Praktische Düngetafeln.

Graphische Darstellung und zahlenmäßige Angabe
des
Boden-Nährstoff-Bedarfs
der
wichtigsten Kulturpflanzen
und
Zusammensetzung der wichtigsten Düngemittel.

Im Auftrage der
Consolidierten Alkali-Werke in Westeregeln
zusammengestellt von

E. Lierke,
Chemiker der agronomischen Abteilung.

Mit zwei Farbendrucktafeln.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
1887.

Praktische Düngetafeln.

Graphische Darstellung und zahlenmäßige Angabe

des

Boden-Nährstoff-Bedarfs

der

wichtigsten Kulturpflanzen

und

Zusammensetzung der wichtigsten Düngemittel.

Im Auftrage der

Consolidierten Alkali-Werke in Westeregeln

zusammengestellt von

E. Lierke,
Chemiker der agronomischen Abteilung.

Mit zwei Farbendrucktafeln.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
1887.

Vorwort.

Wenn die Gegenwart nur eine Grenze zwischen Vergangenheit und Zukunft ist, von denen man die erstere schildern, die letztere beleuchten kann, so ist weder das eine noch das andere für den stets verschwindenden Moment der Gegenwart möglich. — Allen Arbeiten über das, was die Gegenwart auf dem Gebiete der Wissenschaft und Praxis bietet, liegt das allgemeine Naturgesetz: „der allmählichen Entwicklung durch stete Summierung der Einzelwirkungen" zu grunde, und der Hauptzweck derselben bleibt deshalb: „die Sichtung und Verbindung des Bekannten".

Die Erde ist, soweit wir sie kennen, ein chemisches Laboratorium, worin seit der Schöpfungsperiode sich ununterbrochen chemische Prozesse vollziehen, und so lange vollziehen werden, als sie ihre Bahn um die Sonne beschreiben wird.

Ebenso wie man in früherer Zeit bei geologischen Forschungen die Gesetze der Chemie und Physik entbehren zu können glaubte, wurde auch auf dem Gebiete der Landwirtschaft der Chemiker mit etwas vornehmer Miene abgewiesen, wenn er sich erlaubte, auf die Lehre der Mineraltheorie hinzuweisen, darzulegen, daß das Ertragsvermögen eines Feldes ohne zweckmäßige Düngung auf die Dauer nicht aufrecht erhalten werden, beziehungsweise „daß ein Feld bei zweckmäßiger Behandlung alljährlich Früchte tragen könne".

Der richtigen Erkenntnis der Lehre von der Mineraltheorie sind jedoch im Laufe der Zeit in der Landwirtschaft die Fortschritte zu verdanken, welche wir bei Vergleichung der Felder-Erträge der Gegenwart mit denen vor ein bis zwei Jahrzehnten zweifellos konstatieren können, und für welche, wir dürfen dies behaupten, sich ein Überzeugungs-Dogma herausgebildet hat.

Mehr und mehr gewinnt durch diese Erkenntniß „die künstliche Düngung" neben der Stallmistdüngung an Ausdehnung und Wichtigkeit, da wir durch dieselbe in den Stand gesetzt werden, dem Boden alle mineralischen Nährstoffe zuzuführen, welche ihm durch die Ernte entzogen werden.

Die in umfangreichem Maaße und großer Genauigkeit ausgeführten Aschenanalysen der einzelnen Kulturpflanzen geben uns über den Bedarf derselben an Mineralbestandteilen Aufschluß, und halfen die wissenschaftliche Basis schaffen, dem Boden den erforderlichen Ersatz an Nährstoffen in rationeller Weise zuzuführen.

Das Verständnis der großen Wirkungen in der Natur, und speziell „auf dem Gebiete der Landwirtschaft" verdanken wir den Versuchen im kleinen chemischen Laboratorium: „die Ursache dieser Wirkungen zu erforschen", und wir gewinnen die Erkenntnis, daß den Resultaten, welche wir im Laboratorium erhalten, dieselben Gesetze zu grunde liegen, welche wir in der Natur täglich wiedersehn. —

Diese Anschauungen und insbesondere der Gedanke, daß eine Zusammenstellung der Fortschritte und Errungenschaften der Gegenwart auf dem, nächst der Bodenbearbeitung wichtigsten Teile der landwirtschaftlichen Thätigkeit „der Düngung" in Wort und Bild, dem praktischen Landwirte erwünscht sein dürfte, sind die Veranlassung gewesen: „neue praktische Düngetafeln, und hierzu einen dieselben erläuternden Text zu entwerfen und bearbeiten zu lassen".

Wichtige und dankenswerte Arbeiten sind nach dieser Richtung den vorliegenden Bestrebungen vorausgegangen.

Es lag in der Natur der Sache, daß die leitenden Gesichtspunkte bei Bearbeitung dieser Materie sich an das auf diesem Gebiete Vorhandene anlehnen mußten.

„Die bereits früher gewonnenen Resultate mit den Errungenschaften der letzten Vergangenheit zu vereinigen, die Fülle des Materials auf dem Gebiete der Düngerlehre zu sammeln, zu sichten, und selbstständig zu bearbeiten, und hiernach einen übersichtlichen wesentlich für die Praxis berechneten Leitfaden zusammenzustellen, das war die Aufgabe, welche bei der vorliegenden Arbeit angestrebt wurde."

Hiermit wurde des Weiteren die Hoffnung verbunden, daß dieselbe beitragen werde, die Erkenntnis zu fördern: „daß die Interessen der Landwirtschaft und der, der Düngerfabrikation gewidmeten Industrien" auf das Engste verbunden sind; daß es keinem Zweifel unterliegen kann, daß einseitige Anpreisung und Nutzanwendung von Mineraldüngern ohne Beachtung und Berücksichtigung der Bodenverhältnisse der Landwirtschaft nicht nur keinen Nutzen bringen können, sondern daß Mißerfolge abschreckend wirken.

Daß diese Hoffnung sich erfüllen möge, erscheint deshalb um so wünschenswerter, als eine Anzahl von der Gegenwart angehörigen Thatsachen den Nachweis liefern, daß durchaus nicht in allen Fällen die gebotenen bereits gemischten mineralischen Düngemittel ihre Aufgabe erfüllen, ebenso aber auch Auswahl und Nutzanwendung derselben seitens der Landwirtschaft nicht überall nach den Grundsätzen erfolgt, welche wissenschaftlich und praktisch als richtig anerkannt werden.

Es möge deshalb gelingen, die Bestrebungen auf dem der Landwirtschaft und der Düngerfabrikation gemeinsam angehörigen Arbeitsfeld durch diesen Beitrag zur Düngerlehre zu fördern.

Der königlichen landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin sagen wir Dank für das in reichem Maaße gewährte literarische Material.

Westeregeln, im Mai 1887.

L. Strippelmann.

Inhalt.

Allgemeine Vorbemerkungen.

Der Ackerbau ist die erste und wichtigste Thätigkeit des Landwirts. Er beschäftigt sich mit der Erzeugung organischer Substanzen aus Boden, Wasser, Luft und Licht. Diese organischen Substanzen, beziehungsweise: „die auf dem Felde gewachsenen Pflanzen" sind für das gesamte Völkerleben von der weitgehendsten Bedeutung. Die Kulturgewächse liefern sowohl die Nahrung für Menschen und Tiere, als auch wichtige Rohstoffe für die Industrie. — (z. B. Gerste und Hopfen zur Bierbereitung; — Rüben und Rohr zur Zuckergewinnnng; Kartoffeln zur Branntweinbrennerei; — Lein, Hanf und Baumwolle für Spinnerei und Weberei.)

Die Aufgabe des Landwirts ist nicht allein nützliche Pflanzen anzubauen und zu ernten, sondern auch von einer bestimmten Fläche dauernd den höchstmöglichen Ertrag zu erzielen. Zur Erreichung dieser Aufgabe ist die Kenntnis von den Bedingungen des Pflanzenwachstums unbedingt erforderlich.

Die natürlichen Bedingungen des Pflanzenbaues sind: Klima, Wasser, Luft, Licht, Wärme und Boden. Dies sind unabänderliche Einrichtungen im großen Haushalt der Natur, mit denen der Landwirt zu rechnen hat, aber deren Regulierung mit Ausschluß der Bodenverhältnisse nicht in seiner Macht steht.

Im besten Klima und bei der fruchtbarsten Witterung kann ein Feld keine befriedigenden Ernten geben, wenn die Pflanze im Boden die zum Gedeihen erforderlichen Nährstoffe nicht vorfindet. Hier beginnt nun die Thätigkeit des Landwirts. — Durch sorgfältige Bodenbearbeitung und durch rationelle Düngung haben wir die Macht, die Ergiebigkeit unserer Felder so zu steigern, daß die Landwirtschaft zu lohnenden Erträgnissen führt. Wird von der mechanischen Bodenbearbeitung (Pflügen, Eggen) der Saat, Pflege und Ernte der Pflanzen abgesehen, so ist es die Düngung, auf welche wir zur Erreichung obigen Zwecks hingewiesen werden. —

Zweck und Wesen der Düngung.

Die Düngung bezweckt einerseits die Fruchtbarkeit unserer Felder zu erhalten und zu vermehren, andererseits armen Boden ertragsfähiger zu machen. Das Wesen der Düngung beruht in einer reichlichen Ernährung der Pflanzen, die nur dann stattfinden kann, wenn der Boden die zum Wachstum erforderlichen Nährstoffe in genügender Menge und in leicht aufnehmbarem Zustande erhält. Die Mittel und Wege zur Erhaltung und Vermehrung der Fruchtbarkeit des Bodens erfahren wir aus der Lehre über die Nährstoffe und deren Ersatz durch die verschiedenen Düngemittel.

Zur Kenntnis der Pflanzennährstoffe gelangen wir durch die Untersuchung der Pflanze selbst; in derselben sind alle zum Aufbau der Pflanze notwendigen

Stoffe enthalten, welche sie aus Boden, Wasser und Luft entnommen hat, und deren Anwesenheit nachzuweisen der chemischen Analyse vorbehalten ist.

Durch dieselbe sind in den Pflanzen viele verschiedenartige organische Stoffe nachgewiesen worden. — Diese aus den Pflanzen dargestellten Stoffe haben im täglichen Leben eine große Bedeutung. Einige derselben sind jedem bekannt, z. B. Stärke, Zucker, Öl, Eiweiß- und Faserstoffe. Die genauere Kenntnis derselben ist für die praktischen Zwecke der Düngung von untergeordneter Wichtigkeit. — Alle organischen Pflanzenstoffe bestehen aus vier Elementen oder Grundstoffen:

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff,

können in diese Bestandteile wieder zerlegt werden, und besitzen für die Düngung hervorragende Bedeutung. —

Unterwirft man Pflanzenteile einer größeren Hitze, so werden alle organischen Verbindungen zerstört, und verbrennen an der Luft, eine Erscheinung, welche man beim Heizen der Öfen, dem Rauchen einer Cigarre ꝛc. beobachten kann. Der größte Teil der Pflanze, die organische Substanz, wird zerstört und entweicht als Gas in Form von Rauch in die Luft und es bleibt hierbei eine kleine unverbrennliche Menge, Asche genannt, zurück; diese ist feuerbeständig; und besteht aus mineralischen Bestandteilen, welche durch die Wurzeln der Pflanze aus dem Boden entnommen sind. Die chemische Analyse aller Pflanzenaschen ergiebt eine größere Anzahl von Elementen in den folgenden Verbindungen:

a) Basen:	b) Säuren:
Kali	Phosphorsäure
Natron	Schwefelsäure
Kalk	Kieselsäure
Magnesia	Chlor
Eisenoxyd	Brom
Manganoxyd	Jod
Thonerde	Fluor.

Die Bedeutung der einzelnen Bestandteile, welche der Pflanze als Nährstoffe dienen, erhellt aus dem folgenden.

I. Die zur Ernährung der Pflanzen erforderlichen Stoffe.

A. Elemente, welche die organischen Bestandteile der Pflanzen bilden.

1. Der Kohlenstoff.

Der in der Pflanze vorhandene Kohlenstoff wird in Form von Kohlensäure durch die Blätter aufgenommen, in den grünen Chlorophyllkörnern unter dem Einfluß des Sonnenlichts zu dem ersten organischen Gebilde, der Stärke, verarbeitet. Da die Kohlensäure nur allein durch die Spaltöffnungen der Blätter in die Pflanze gelangt, so haben wir die Kohlenstoffquelle in der uns umgebenden Luft zu suchen.

Die atmosphärische Luft besteht nun aus: 23 pCt. Sauerstoff, 77 pCt. Stickstoff (Gewichtsteile), oder 21 Sauerstoff und 79 Stickstoff (Raumteile).

Dieses Verhältnis ist auf der ganzen Erde und zu allen Jahreszeiten dasselbe. Beide Gase bilden den Hauptbestandteil der Atmosphäre. — Neben denselben ist in ganz geringer Menge Wasserdampf und in 10 000 Gewichtsteilen 4,4 Teile Kohlensäure enthalten (Raumteile 2,9). Der Gehalt der Luft an Kohlensäure ist nur geringen Schwankungen unterworfen, er ist nur scheinbar gering. Berechnet man aber die Gesamtmenge, welche in der uns umgebenden Luft enthalten ist, so ergiebt sich eine zur Ernährung sämtlicher Pflanzen ausreichende Menge Dieser Gehalt wird aber stets auf gleicher Höhe erhalten durch die vielen Naturprozesse, bei denen Kohlensäure gebildet wird. (Atmung der Menschen und Tiere, Verwesung von Tier- und Pflanzenresten, Verbrennung von Holz, Torf und Kohle).

Der von der Pflanze als Kohlensäure aufgenommene Kohlenstoff wird unter Einwirkung des Sonnenlichts assimiliert, d. h. zur Pflanzensubstanz verarbeitet. — Bei diesem Vorgang bleibt Sauerstoff übrig und wird an die Luft abgegeben. Dieser wichtige Prozeß im Pflanzenleben ist wiederum von großer Wichtigkeit für die Lebensbedingungen des Tierkörpers. — In den Lungen der Menschen und Tiere werden die verbrauchten Stoffe des Blutes durch den eingeatmeten Sauerstoff zu Kohlensäure verbrannt und diese ausgeatmet. Würde nun durch das Pflanzenwachstum der Luft keine so reiche Sauerstoffquelle zu Gebote stehen, so würde der Sauerstoff bald abnehmen, der Gehalt an Stickstoff und Kohlensäure dagegen so hoch werden, daß die Atmung und mit dieser das Leben von Mensch und Tier unmöglich würde. Bekannt ist, wie rasch in geschlossenen Räumen der Sauerstoff verbraucht, und die Luft so schlecht wird, daß der Tod durch Ersticken eintritt.

Im großen Haushalt der Natur ist schon alles so wohl vorgesehen, damit zwischen Tier- und Pflanzenleben ein für beide Teile erforderlicher Austausch von Stoffen stattfinden kann. Die Kohlensäure, das von den Tieren ausgeatmete Gas, dient den Pflanzen zur Ernährung und der bei dieser Kohlenstoffaufnahme abgegebene Sauerstoff ermöglicht den zur Erhaltung des tierischen Lebens notwendigen Atmungsprozeß, sodaß auf diese Weise das Gleichgewicht in der Zusammensetzung der Luft hergestellt wird.

Um nun diesen großartigen Vorgang mit Zahlen zu erläutern, dienen die Berechnungen von Heiden*):

Der Bedarf an Kohlenstoff beträgt jährlich für einen Hektar Ackerland durchschnittlich 2000 kg. Wird nun die mit Pflanzen bedeckte Erdoberfläche zu 2 Millionen Quadratmeilen angenommen, so ergiebt dies in der jährlich auf unserer Erde erzeugten Pflanzenmasse:

22 222 000 Mill. kg Kohlenstoff oder 81 480 500 kg Kohlensäure; und repräsentiert den 49. Teil der in der Luft enthaltenen Kohlensäure. —

Nebstdem wird noch jährlich an Kohlensäure erzeugt:

durch den Atmungsprozeß . .	17 580	Mill. Ctr.
„ „ Verbrennungsprozeß .	71 717	„ „
„ „ Verwesungsprozeß . .	1 640 000	„ „
Im ganzen	1 729 297	Mill. Ctr. oder 86 464 850 Mill. kg.

*) Lehrbuch der Düngerlehre von Dr. E. Heiden. Verlag Philipp Cohen, Hannover. 1879.

Diese Summe würde also schon allein den Bedarf vollständig decken. Mithin ist die Luft eine bei weitem ausreichende Quelle für den Kohlenstoffbedarf der Pflanzen, und hat daher der Landwirt in der Düngung auf die Kohlenstoffzufuhr keine Rücksicht zu nehmen.

Eine andere Quelle für den Kohlenstoff haben wir noch im Humus des Bodens zu suchen. Der Humus ist ein in fortwährender Verwesung und Zersetzung begriffenes Produkt aus den organischen Resten, die teils als Ernterückstände (Wurzeln, abgefallene Blätter, Stoppeln ꝛc.) dem Boden verbleiben oder im Stalldünger zugeführt werden. Diesen Humus hielt man früher für den alleinigen Nährstoff der Pflanzen. Diese veraltete Humustheorie mußte der Liebigschen Mineraltheorie weichen. — Es wurde nachgewiesen, daß alle grünen Pflanzen im stande sind, ohne Humus zur vollen Entwickelung zu gelangen. Man ließ Pflanzen in Wasser oder in ausgeglühtem Boden wachsen. Alle Pflanzennährstoffe wurden in mineralischer Form gegeben. — Trotzdem der Humus gänzlich fehlte, erzeugten diese Pflanzen aus der Kohlensäure der Luft organische Substanz, blühten und brachten reichliche und vollkommen ausgebildete Früchte.

Der Humus ist sonach kein direkter Pflanzennährstoff. — Nur durch die beständige Zersetzung in seine mineralischen Bestandteile, Kohlensäure und Asche, kann er dem Boden nach und nach wichtige Nährstoffe liefern. —

Durch die fortschreitende Zersetzung steigt aus dem Boden Kohlensäure empor. Diese kann von den Blättern schnell aufgenommen werden, was sich an dem kräftigen Wachstum deutlich zeigt. Hieraus ist es erklärlich, daß humusreiche Bodenarten stets als fruchtbar bezeichnet werden.

2. Der Wasserstoff.

Den Wasserstoff entnimmt die Pflanze hauptsächlich dem Wasser, weiter ist auch noch eine Quelle in dem Ammoniak, einem aus Stickstoff und Wasserstoff bestehenden Gase, zu suchen. — Wenn auch das Ammoniak nicht allen erforderlichen Wasserstoff liefern kann, so ist in dem Wasser für eine so ausreichende Menge gesorgt, daß der Landwirt auf die Zufuhr von Wasserstoff ebenfalls keine Rücksicht zu nehmen hat.

3. Der Sauerstoff.

Trotzdem die Pflanze von der aufgenommenen Kohlensäure einen Überschuß von Sauerstoff wiederum an die Luft abgiebt, so ist noch nicht zu folgern, daß der Sauerstoff entbehrlich sei. Wie das Tier nicht ohne Sauerstoff leben kann, so braucht ihn auch die Pflanze zur Atmung. Beim Keimen des Samens, bei der Blüte und Fruchtreife ist der Sauerstoff unbedingt erforderlich, nicht allein in diesen Stadien der Entwickelung, sondern auch im ganzen Leben. Während am Tage unter Einwirkung des Sonnenlichtes die Kohlensäure in den grünen Blättern verarbeitet und Sauerstoff abgegeben wird, so beginnt des Nachts in der Dunkelheit die Atmung der Pflanze, d. h. sie nimmt wie die Tiere Sauerstoff auf und giebt Kohlensäure wieder ab, am stärksten läßt sich die Atmung beim Keimen und Blühen beobachten. Der Sauerstoffgehalt der Luft beträgt wie bereits angeführt 23 pCt., so daß der Bedarf stets gedeckt wird, und wir auch diesen Stoff unseren Feldern nicht zuführen brauchen.

4. Der Stickstoff.

Während die drei erstgenannten Elemente in der Natur so reichlich vorhanden sind und daher für die praktische Düngung keine große Bedeutung haben, so ist das vierte zur Bildung der organischen Substanz erforderliche Element „der Stickstoff“ von größerer Wichtigkeit und in der Düngung wohl zu beachten.

Der Stickstoffgehalt der Luft ist, wie bereits nachgewiesen, ein ganz enorm hoher, — und beträgt ca. $\frac{3}{4}$ der Luftmenge. Dieselbe kommt aber bei der Pflanzenkultur nicht in Betracht, da das Stickstoffgas als solches von den Pflanzen nicht aufgenommen wird, also kein direkter Nährstoff ist. „Der Stickstoff wird in Verbindung mit Wasserstoff oder Sauerstoff erst zum eigentlichen Nährstoff“, — (Die Verbindung mit Wasserstoff, das Ammoniak, und die mit Sauerstoff, die Salpetersäure).

Ammoniak und Salpetersäure bilden sich bei der Verwesung von stickstoffhaltigen Tier- und Pflanzenstoffen. Da mit der Verwesung der Humusgehalt eines Bodens in enger Beziehung steht, so sind auch stets die schwarzen, humosen Böden als die stickstoffreichsten anzusehen.

Roher Thon- und Sandboden ist meist sehr arm an Stickstoff, nur durch Pflanzenkultur und Düngung wird in demselben der Humus und mit diesem der Stickstoff vermehrt, daher sind in guter Kultur befindliche Böden stets reicher an Stickstoff.

Der Humus (die Schwarzerde) kann aber von den Wurzeln nicht aufgenommen werden, erst durch die fortschreitende Zersetzung in Ammoniak und Salpetersäure wird der Stickstoff für die Pflanzen nutzbar — die so in aufnehmbarer Form vorhandene Menge ist jedoch so gering, daß sie zu einer kräftigen Ernährung nicht vollständig ausreicht.

Wie verschieden der Gehalt an Stickstoff in den hauptsächlichsten Bodenarten ist, ersieht man aus der auf Seite 14 mitgeteilten Tabelle, welche die Kilogramme für einen Hektar angiebt.

Eine zweite Stickstoffquelle gelangt aus der Luft durch die atmosphärischen Niederschläge in den Boden. Die geringen Mengen Ammoniak und Salpetersäure der Luft werden vom Wasser gelöst, im Regen, Schnee und Tau dem Boden zugeführt. Der auf diese Weise alljährlich einem Hektar zugeführte Stickstoff ist von mehreren Forschern genau bestimmt worden.

Nach den Angaben von Heiden fanden:

Peters	2,08 kg
Boussingault	2,63 „
Pincus	6,15 „
Woy	9,00 „
Ulbricht	16,89 „
Barral.	19,22 „
Krocker	23,40 „

Rechnen wir zu diesen Zahlen den im Boden vorhandenen Vorrat hinzu, so finden wir, daß die natürlichen Quellen bei den meisten Bodenarten nicht so weit reichen, um den in den Ernten entzogenen Stickstoff vollständig zu ersetzen.

Nehmen wir die von Krocker gefundene höchste Zahl an, so kommen in den jährlichen Niederschlägen 23 kg Stickstoff in den Boden, dieser mag wie der unter Nr. 4 (s. Tabelle Seite 14) mitgeteilte 96 kg Stickstoff als Ammoniak und Salpetersäure enthalten.

Dieser Vorrat von 119 kg soll nun für den Bedarf der gebauten Pflanzen ausreichen.

Es braucht eine große Ernte:

Weizen . . .	125 kg	Mais . . .	164 kg	s. Düngetafel.
Kartoffeln . .	133 „	Erbsen . .	172 „	
Tabak . . .	143 „	Kleeheu . .	192 „	

Wäre die Pflanze im stande, allen ihr gebotenen Stickstoff aufzunehmen, so würden für diese Ernten die obigen 119 kg noch nicht ausreichen. In Wirklichkeit können die Wurzeln nicht an sämtliche Bodenteilchen herankommen und nehmen deshalb nur den leicht zugänglichen Stickstoff auf. — Es ist daher die Notwendigkeit der Stickstoffzufuhr schon bei solchen Erträgen vorhanden, wie sie die Tabelle als Mittelernten angeben. Selbst auf besserem Boden reicht der vorhandene Stickstoff selten auf ein und mehr Jahre zur Erlangung befriedigender Erträge aus. — Dieser wesentliche Pflanzennährstoff muß deshalb durch die Düngung zugeführt werden.

Der fast nur aus Humus bestehende Moorboden enthält so reichlich Stickstoff, daß eine Zufuhr nicht erforderlich ist. — Dagegen muß durch Entwässerung, Bearbeitung und Düngung mit mineralischen Stoffen der rohe Boden so verbessert werden, daß die Humuskörper in leicht aufnehmbare Stickstoffverbindungen zersetzt werden.

Neuere Versuche scheinen zu beweisen, daß einige zu den Schmetterlingsblütlern (Lupine, Erbse ꝛc.) gehörige Pflanzen einen Teil ungebundenen, gasförmigen Stickstoff aus der Luft aufnehmen.

B. Die unorganischen oder Aschenbestandteile der Pflanze.

Wie bereits hervorgehoben hinterlassen alle Pflanzen beim Verbrennen Asche, bestehend aus mineralischen Bestandteilen, die in jedem Ackerboden vorhanden sind. Zum Aufbau der Pflanzen sind aber diese Aschenbestandteile unbedingt erforderlich, sie sind keine nebensächliche oder nur begleitende Stoffe im Pflanzenleben.

Der Aschengehalt selbst ist bei den einzelnen Pflanzenteilen sehr verschieden, auch Boden und Düngung haben einen großen Einfluß. — E. v. Wolff hat eine große Anzahl Aschenanalysen gesammelt,*) zusammengestellt und für die einzelnen Pflanzen und Teile derselben Mittelzahlen berechnet. Der mittlere Aschengehalt bei den einzelnen Pflanzenfamilien ist ziemlich gleichbleibend. Er beträgt in der trockenen (wasserfreien) Substanz von:

	Körner	Stroh
Getreide	2—3 pCt.	5—7 pCt.
Hülsenfrüchten . . .	3—4 „	4—5 „
Ölfrüchten	4—5 „	4—5 „

*) Aschen-Analysen von Dr. E. von Wolff. Verlag von Paul Parey. Berlin 1880.

	Wurzeln u. Knollen	Blätter
Kartoffeln und Zuckerrüben . . .	3,8 pCt.	11—14 pCt.
Andere Wurzelgewächse	6—8 „	—

Den höchsten Gehalt haben Hopfen- und Tabakblätter 17 pCt., einige Gemüsearten 18—20 pCt.

Die weitere chemische Analyse der Pflanzenaschen ergab das Vorhandensein folgender Elemente:

a) als Basen und	b) als Säuren
Kali	Phosphorsäure
Natron	Schwefelsäure
Kalk	Kieselsäure
Magnesia	Chlor
Thonerde	Jod
Eisenoxyd	Brom
Manganoxyd	Fluor

Notwendigkeit und Entbehrlichkeit der einzelnen Bestandteile.

Die große Wichtigkeit der eben genannten Aschenbestandteile für das gesamte Pflanzenleben war zu Anfang dieses Jahrhunderts noch nicht erkannt.

De Saussure und Sprengel sprachen zuerst ihre Ansicht über die Bedeutung und Unentbehrlichkeit der Mineralbestandteile aus. Diese Anschauungen fanden jedoch in der Landwirtschaft keine Beachtung. — Erst Justus von Liebig wurde durch sein epochemachendes Werk: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie", der Begründer unserer heutigen Ernährungstheorie

Der Beweis für die Unentbehrlichkeit der Aschenbestandteile zum Aufbau der Pflanzen wurde sodann von Wiegmann und Polstorff nach den von ihnen ausgeführten Vegetationsversuchen erbracht. Weitere Versuche über die Notwendigkeit und Unentbehrlichkeit der einzelnen Aschenbestandteile sind von Salm-Horstmar, W. Knop, J. Sachs, Stohmann, Nobbe, Hellriegel und anderen angestellt worden.

Läßt man gekeimte Samen nur in reinem destillierten Wasser wachsen, so bilden die jungen Pflanzen wohl reichliche Wurzeln ohne ein kräftiges Wachstum zu zeigen, treiben nur kleine, schwache Stengel, wenige Blätter und bringen es wohl manchmal bis zur Blüte, seltener oder nie zum Ansatz einer verkümmerten Frucht. Man kann dabei recht deutlich sehen wie haushälterisch die Pflanze mit den wenigen ihr zu Gebote stehenden Nährstoffen, den im Samen enthaltenen Stickstoff und Aschenbestandteilen, umgeht: die unteren Blätter sterben ab, und müssen die wenigen Nährstoffe an die später sich entwickelnden abgeben.

Dadurch ist die Notwendigkeit der Mineralstoffe und des Stickstoffs zur Ernährung der Pflanzen bewiesen. Einen ganz ähnlichen, wie oben geschilderten Hungerzustand zeigen auch dann die Pflanzen, sobald nur einer der unentbehrlichen Nährstoffe fehlt.

Zur Kenntnis der sämtlichen unentbehrlichen Pflanzennährstoffe gelangt man auf zwei Methoden. — Nach der einen, Wasserkultur genannten, läßt man die

Pflanzen im Wasser wachsen, in welchem die Nährstoffe gelöst sind, bei der anderen wandte man vollständig reinen Quarzsand an, der alle Nährstoffe enthielt bis auf den einen, dessen Unentbehrlichkeit festgestellt werden soll, diese letztere Methode der Sandkultur ist besonders vom Fürsten zu Salm-Horstmar und Hellriegel ausgebildet worden.

1. Wesentliche Mineralbestandteile oder Nährstoffe.

a) Kali.

Das Metall Kalium findet sich in den Aschen an Sauerstoff gebunden als Kalium-Oxyd oder Kali. In der Asche jeder Pflanze und aller Pflanzenteile ist Kali gefunden worden und bildet den Hauptbestandteil der Pflanzenaschen. Diejenigen Gewächse, welche besonders reich an Kali sind, pflegt man als Kalipflanzen zu bezeichnen und zu diesen die Rüben, Kartoffeln, Tabak, den Weinstock u. a. zu rechnen.

Im Pflanzenleben steht das Kali in enger Beziehung zu den Kohlehydraten (Stärke, Zucker). Nur unter Mitwirkung desselben findet in den Chlorophyllkörnern die Bildung der Stärke statt, also die erste Erzeugung der organischen Pflanzensubstanz aus Kohlensäure und Wasser unter Einfluß des Lichtes, wie schon beim Kohlenstoff gesagt. Entzieht man der Pflanze vollständig das Kali, so wird sie nur wenig neue Substanz bilden und ein kümmerliches Wachstum zeigen, andere Basen (Natron, Lithion u. Rubidion) sind nicht im stande das Kali zu ersetzen und dessen Thätigkeit zu übernehmen. Es ist somit zum Gedeihen der Pflanzen ein unentbehrlicher Nährstoff.

In der Pflanze findet sich das Kali meist an organische Säuren (Weinsäure, Oxalsäure, Äpfelsäure) gebunden, es kommt jedoch auch noch als Chlorkalium und schwefelsaures Kali darin vor.

Für die Ausbildung der Frucht ist das Kali von großer Wichtigkeit, da es sich an der Bildung und Ablagerung von Stärke, Zucker, Öl beteiligt, also die vermehrte Ansammlung derselben nur erwünscht ist, weil wir Getreide, Kartoffeln, Rüben und Zuckerrohr hauptsächlich zur Gewinnung dieser Stoffe anbauen.

In derselben Weise bedingt es beim Reifen der Weintrauben die Zunahme des Zuckers und Abnahme der Weinsäure, wodurch die Qualität des daraus gewonnenen Mostes wesentlich verbessert wird. Ein ähnlicher Einfluß erstreckt sich auf andere Früchte und Obst (Äpfel, Birnen). In den Tabakblättern begünstigt ein hoher Gehalt an organisch sauren Kalisalzen die leichtere Brennbarkeit der daraus hergestellten Tabake und Cigarren.

Das Kali wird von den Pflanzen aus dem Boden in Verbindung mit anorganischen Säuren aufgenommen, als phosphorsaures, salpetersaures, schwefelsaures Kali, Chlorkalium und als kieselsaures Kali, von denen nur das letzte in Wasser schwer löslich ist. Kohlensaures Kali (Pottasche) ist den Pflanzen schädlich.

b) Kalk.

Der Kalk ist das Oxyd des Calcium und in den Aschen aller Pflanzen enthalten.

In den einzelnen Teilen der Pflanze ist er jedoch nicht so gleichmäßig verteilt wie das Kali, besonders reich sind die Blätter. — Aus diesem Grunde sind die blattreichen Gewächse (Hülsenfrüchte, Kleearten, Hopfen) als Kalkpflanzen bezeichnet worden.

Der Kalk ist für die Ernährung unentbehrlich, schon bei jungen Pflanzen verhindert ein gänzlicher Kalkmangel die Ausbildung der Wurzeln und die vollständige Entwickelung der Frucht. In den Blättern und Stengeln ist der Kalk jedenfalls an der Neubildung der Stärke und an der Beförderung derselben in die übrigen Teile der Pflanze beteiligt.

Nach den Untersuchungen von Hilgard (Kalifornien) hat der Kalk einen großen Einfluß auf Süße und Aroma der Früchte. Auf Kalkboden gewachsenes Obst und Orangen sollen viel dünnschaliger und süßer sein als die von kalkarmen Bodenarten.

In der Pflanze finden wir den Kalk wie alle übrigen Basen an organische Säuren gebunden, besonders regelmäßig sind in den Zellen kleine Krystalle von oxalsaurem Kalk enthalten.

Der Kalk wird von den Pflanzen aus den anorganischen Kalksalzen aufgenommen, von denen der salpetersaure Kalk in Wasser leicht löslich, die übrigen, phosphorsaurer Kalk, schwefelsaurer Kalk (Gips) und kohlensaurer Kalk (gewöhnlich Kalk oder Kalkstein genannt) schwer löslich sind, aber von dem sauren Wurzelsaft gelöst werden.

Chlorcalcium ist eine für die Pflanzen schädliche Verbindung, sobald es in großen Mengen im Boden vorhanden ist.

c) Magnesia.

Magnesia ist die Sauerstoffverbindung des Magnesium-Metalls, welches an der Luft mit sehr hell leuchtendem Licht verbrennt. In den Pflanzenaschen ist sie regelmäßig wenn auch in viel geringerem Maße als der Kalk, zu finden. Nach der Blüte häuft sich dieselbe in der Frucht an, wir finden besonders in den Körnerschalen des Getreides reiche Ansammlungen, wonach die Magnesia als Begleiter der stickstoffhaltigen Verbindungen anzusehen ist.

Zur vollkommenen Entwickelung der Pflanzen ist die Magnesia unentbehrlich und läßt sich nicht durch den mit ihr verwandten Kalk ersetzen.

Die beim Kalk genannten Salze dienen auch bei der Magnesia zur Aufnahme. Ebenso sind große Mengen Chlormagnesium für die Ernährung untauglich.

d) Eisen.

Das wenige in Aschen enthaltene Eisen ist in den Pflanzen nicht als das Metall vorhanden, sondern als die Sauerstoffverbindung, und dieses Eisenoxyd ist von großer Wichtigkeit für die Ernährung. Wie das Eisen die rote Farbe des Blutes im Tierkörper bedingt, so steht es auch in enger Beziehung zum Blattgrün der Pflanzen. Läßt man Pflanzen in eisenfreier Lösung wachsen, so werden dieselben sich anfangs normal entwickeln. Sobald später das im Samen vorhandene Eisen, verbraucht ist bilden sich wenige und kleine Blätter von blasser, gelber Farbe, ähnlich wie die Pflanzen, welche im Dunkeln gewachsen und bleichsüchtig sind. Solche Pflanzen sind krank, sie haben nicht die vollkommen ausgebildeten

Blätter mit grünen Chlorophyllkörnern, welche die organische Pflanzensubstanz erzeugen sollen.

Aus dem Boden wird das Eisen hauptsächlich als Oxyd aufgenommen, die Oxydul-Verbindungen mit weniger Sauerstoff müssen erst in den Wurzeln oder im Boden in Oxyde übergeführt werden. Ist viel Oxydul im Boden vorhanden, wie in sauren Moor- und Humusböden, so wirkt es entschieden schädlich auf das Wachstum.

e) Phosphorsäure.

Der Phosphor findet sich in den Pflanzenaschen wie alle übrigen Elemente an Sauerstoff gebunden als Phosphorsäure. Nach dem Kali und Kalk macht sie die größte Menge der Aschenbestandteile aus. In den stickstoffreichen Eiweißstoffen, (Proteinstoffe) ist stets Phosphorsäure enthalten, so daß eine enge Zusammengehörigkeit nachgewiesen wurde. Wird z. B. dem Käsestoff die Phosphorsäure entzogen, so verliert derselbe eine seiner wesentlichen Eigenschaften, durch Lab zu gerinnen. Die meiste Phosphorsäure finden wir in den proteinreichen Pflanzenteilen, in den Samen. Unter Abwesenheit von Phosphorsäure leidet die Vermehrung und Ausbildung der Früchte. In der Landwirtschaft hat sich daher auf armem Boden die Zufuhr von Phosphorsäure wiederholt und deutlich als vorteilhaft zur Erhöhung der Körnererträge bewiesen.

Nur die Form der dreibasischen, gewöhnlichen Phosphorsäure ist zur Aufnahme geeignet in ihren Verbindungen mit Ammoniak, Kali, Kalk, Magnesia und Eisen. Von diesen ist phosphorsaures Ammoniak und Kali und saurer phosphorsaurer Kalk in Wasser löslich. Freier Phosphor und phosphorige Säure sind dagegen heftige Gifte für die Pflanze.

f) Schwefelsäure.

Das Element Schwefel finden wir als Schwefelsäure in geringeren Mengen in allen Pflanzenaschen. Der Schwefel steht ebenso wie der Phosphor in enger Beziehung zur Bildung und Zusammensetzung der Eiweißstoffe. Außer den Eiweißkörpern sind in den Pflanzen noch andere schwefelhaltige, organische Verbindungen enthalten; (die scharfen Öle im Senfsamen, Knoblauch und Meerrettich.) Schwefelsäure hat sich bei allen Versuchen ebenso notwendig wie die Phosphorsäure erwiesen.

Zur Aufnahme geeignet sind die schwefelsauren Salze des Ammoniak, Kali, Natron, Kalk und Magnesia, ungeeignet oder schädlich sind roher Schwefel, Schwefelmetalle und schwefligsaure Salze.

g) Kieselsäure.

Die Kieselsäure, eine Sauerstoffverbindung des Silicium, findet sich in allen Pflanzenaschen. Im Gegensatz zu den erstgenannten Bestandteilen findet sich die meiste Kieselsäure in denjenigen Organen, die mehr zum Halt der Pflanzen und zum Schutz der zarteren Teile dienen, also in den Stengeln, der Rinde und Oberhaut. Besonders viel Kieselsäure ist in den Gräsern und Schachtelhalmen abgelagert. Bei Stroh, Spelzen und Grannen der Getreidearten besteht die Hälfte der Asche aus Kieselsäure. Daraus müßte man auf die Unentbehrlichkeit dieses

Stoffes schließen; Kulturversuche unter Ausschluß der Kieselsäure bewiesen jedoch das Gegenteil. Man erzielte ganz normale Pflanzen. Dennoch darf man die Kieselsäure nicht zu den entbehrlichen Nährstoffen rechnen, wenn auch ihre Bedeutung für das Pflanzenleben eine verhältnißmäßig geringe ist.

Durch die Wurzeln werden sowohl die freie Kieselsäure, als auch die Kali-, Natron- und Kalksalze aufgenommen.

h) Chlor.

Chlor findet sich in allen Pflanzenaschen, wenn auch nur in kleinen Mengen. Seine Entbehrlichkeit für das Pflanzenleben ist vielfach bestritten worden, einzelne Versuche bei Abwesenheit des Chlor zeigten eine vollständig normale Entwickelung der Pflanzen, demnach wäre es ein entbehrlicher Bestandteil für die Ernährung. Nobbes Versuche mit Buchweizen haben jedoch bewiesen, daß die Fruchtbildung ohne Chlor nicht stattfinden kann. Die in den Blättern gebildete Stärke verliert ihre Eigenschaft, nach den übrigen Pflanzenteilen zu wandern; nur die chlorkaliumhaltige Zellflüssigkeit ist im stande, das Stärkemehl in Lösung zu bringen, wodurch die Stärke nach dem Orte ihrer Ablagerung, den Früchten gelangen kann. Das hierzu erforderliche Chlor ist zwar schon in geringen Mengen ausreichend. Hiernach ist das Chlor als ein unentbehrlicher Pflanzennährstoff anzusehen. Das Chlor wird als Chlornatrium (Kochsalz) und Chlorkalium aufgenommen, ist auch als solches in den Pflanzen enthalten.

2. Unwesentliche Aschenbestandteile.

Die noch nicht besprochenen Mineralstoffe finden wir ebenfalls in allen oder doch in den meisten Pflanzen. Die Entbehrlichkeit dieser Stoffe ist aber für das Pflanzenleben wiederholt durch Versuche mit Ausschließung derselben bewiesen worden.

Das Natron ist zwar dem Kali chemisch sehr nahe verwandt, kann aber nicht die Rolle dieses wichtigen Pflanzennährstoffes übernehmen. Natron ist in jedem Boden stets vorhanden, und ist seine Aufnahme wie die der weiter unten Genannten dahin zu erklären, daß die Pflanzen kein vollständiges Auswahlvermögen besitzen und daher bis zu einem gewissen Grade alle ihnen gebotenen Stoffe aufnehmen müssen.

Thonerde, Manganoxyd und Fluor sind nur in geringen Mengen vorhanden. Mangan ist ein steter Begleiter des Eisen, kann aber dasselbe in der Pflanze nicht ersetzen.

Jod und Brom finden sich nur in Meerespflanzen.

Noch seltener und nur in Spuren sind gefunden worden: Lithium, Rubidium, Strontium, Barium, Bor, Arsenik und Zink. Letzteres ist in einer danach benannten Veilchenart enthalten, im Galmeiveilchen, welches auf dem zinkhaltigen Boden in der Nähe von Galmeigruben und Zinkhütten wächst.

II. Die in der Düngung zu berücksichtigenden Nährstoffe.

1. Nährstoffbedürfnis der Pflanzen.

Im Vorstehenden sind alle zum Aufbau der Pflanze notwendigen Stoffe besprochen und folgende Nährstoffe nachgewiesen: Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff (als Ammoniak und Salpetersäure), Wasser, Kali, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Chlor.

Die Luft bietet Kohlensäure und Sauerstoff in reichlicher Menge, ebenso ist das Wasser, welches durch die Niederschläge in den Boden gelangt, als ausreichend zu betrachten; wir haben daher auf dieselben bei der Düngung keine Rücksicht zu nehmen.

Alle übrigen Pflanzennährstoffe müssen die Pflanzen im Ackerboden vorfinden, wenn sie zur vollen Entwickelung kommen und reiche Ernten bringen sollen. Da die Bedeutung und Notwendigkeit der genannten Nährstoffe bereits abgehandelt wurde, bleibt nur noch übrig, deren Menge zu erfahren, also das Nährstoffbedürfnis oder diejenige Summe von Nährstoffen, welche zum Aufbau der Pflanzen unbedingt erforderlich ist. Hierüber liefert die chemische Untersuchung der Pflanzenteile genauen Aufschluß. — Derartige Untersuchungen, auch wohl Aschenanalysen genannt, sind in großer Anzahl von den meisten Pflanzenarten ausgeführt. Prof. Dr. E. v. Wolff*) sammelte alle darauf bezüglichen Untersuchungen und stellte dieselben übersichtlich zusammen. Bei derselben Pflanzenart ist der Gehalt an Nährstoffen großen Schwankungen unterworfen, welche durch Verschiedenheit von Klima, Boden und Düngung bewirkt werden. Um nun für alle landwirtschaftlichen Verhältnisse brauchbare Zahlen zu erhalten, sind von E. v. Wolff für jede der wichtigsten Kulturpflanzen aus den vorhandenen Analysen Durchschnittswerte berechnet. Mit Zuhilfenahme dieser Zahlen und dem Erntegewicht können die von einer bestimmten Ackerfläche entzogenen Nährstoffmengen berechnet werden.

Auf diese Weise ist auf der Zahlen-Tafel das Nährstoffbedürfnis der wichtigsten Gewächse berechnet worden. Aus dieser Tafel ist leicht zu ersehen, wieviel Kilogramme Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Chlor und Stickstoff einem Hektar Ackerland bei einer kleinen, mittleren und großen Ernte entzogen werden. —

Um festzustellen, wieviel Nährstoffe z. B. eine Mittelernte von Kartoffeln erfordert, findet man unter Nr. 14 der anliegenden Zahlentafel, daß in 25 000 kg Knollen und 3000 kg Kraut einem Hektar entzogen werden:

154,58	kg	Kali,	44,47	kg	Phosphorsäure,
8,32	„	Natron,	19,07	„	Schwefelsäure,
24,73	„	Kalk,	7,21	„	Kieselsäure,
21,11	„	Magnesia,	10,65	„	Chlor,
4,37	„	Eisenoxyd,	96,10	„	Stickstoff.

*) E. v. Wolff, Aschenanalysen von land- und forstwirtschaftlichen Produkten, I. 1871, II. 1880. — E. v. Wolff, Praktische Düngelehre, Paul Parey, Berlin 1886. — Mentzel und Lengerkes Landw. Kalender enthält ebenfalls die Wolffschen Mittelzahlen.

Bei allen aufgeführten Gewächsen ergeben sich von sämtlichen Stoffen die höchsten Zahlen bei Kali, Kalk, Phosphorsäure und Stickstoff. Diese sowohl als die übrigen müssen daher auch im Boden in reichlicher Menge vorhanden sein. Der Boden, die Ackererde, hat nicht allein der Pflanze festen Halt zu gewähren, sondern er ist die Quelle, in welcher die Pflanze mit ihren Wurzeln die zum Aufbau erforderlichen Nährstoffe suchen muß.

2. Nährstoffvorrat im Ackerboden.

In den Mineralien und Gesteinen, aus denen durch Verwitterung der Boden hervorgegangen ist, sind alle die Stoffe enthalten, welche die Aschenbestandteile oder unorganischen Pflanzennährstoffe bilden, jedoch in dem rohen Gestein in einer schwer aufnehmbaren Form. Wasser, Luft, Wärme und Frost bewirken erst die Zertrümmerung und chemische Zersetzung des festen Gesteins bis in die kleinsten Teile und bilden das, was wir Boden nennen.

Die physikalischen Eigenschaften des Bodens sind durch die Hauptbestandteile: Thon, Sand, Kalk nnd Humus bedingt.

Der Thon ist kieselsaure Thonerde in so feiner Verteilung, daß er große Mengen Wasser aufnimmt und dann eine zähe, feste Masse bildet, sich leicht formen läßt. Wasser giebt er beim Trocknen sehr schwer ab, er ist bindig. Thonboden bleibt lange naß, ist kalt und fest, daher schwer zu bearbeiten.

Der Sand, bestehend aus Quarz (Kieselsäure) und groben Gesteinsresten, ist von körniger Beschaffenheit; die einzelnen Teilchen sind nicht so klein und dicht aneinander gelagert wie beim Thon; er kann daher nur wenig Wasser aufnehmen und giebt es auch beim Trockenen schnell wieder ab. Sandboden ist meist trocken, warm und leicht zu bearbeiten.

Der Kalk verleiht dem Boden ähnliche Eigenschaften wie der Sand.

Der Humus, entstehend aus zersetzten Pflanzenresten, besitzt eine sehr große wasserhaltende Kraft. Ein gewisser Humusgehalt ist im Sandboden von großem Vorteil, da seine Eigenschaften wesentlich verbessert werden durch die erhöhte Bindigkeit.

Diese 4 wesentlichen Bodenbestandteile bedingen die für die Pflanzenkultur so wichtigen Eigenschaften des Bodens:

1. Die wasserfassende und -haltende Kraft, durch welche der Boden eine bestimmte Menge Wasser aufnehmen und eine gewisse Zeit lang festhalten kann. Bei Torf- (Humus), Moor- und Thonboden ist diese Kraft am größten, bei Sandboden am geringsten.

2. Die Wärme. Außer der inneren Erdwärme und der bei chemischen Prozessen gebildeten, wird der Boden hauptsächlich durch die Sonne erwärmt. Sandboden braucht die geringste, Humus die größte Wärmemenge, um seine Temperatur zu erhöhen. Durch Ausstrahlung verliert der Humus am schnellsten, Sandboden langsamer seine Wärme. Sand- und Kalkboden nennt man daher warm, während Thon- und Humusboden kalt sind.

3. Die Absorptionsfähigkeit für „Kohlensäure, Sauerstoff, Ammoniak und Wasserdampf.“

So wesentlich auch die genannten Eigenschaften des Ackerbodens für das Wachstum der Pflanzen sind, hier können dieselben nicht weiter berücksichtigt werden.

Vorrat an wichtigen Pflanzen-Nährstoffen einiger Bodenarten.*)

Bei einer 20 cm tiefen Ackerkrume sind auf einem Hektar in Kilogramm vorhanden:

Nr.	Nähere Bezeichnung der einzelnen Bodenarten	Nach den Untersuchungen von	Kali (K_2O)	Phosphorsäure (P_2O_5)	Kalk (CaO)	Stickstoff: Gesamt (N)	Stickstoff in aufnehmbarer Form: als Ammoniak	Stickstoff in aufnehmbarer Form: als Salpetersäure
1	Kalkarmer märkischer Sandboden von Heinsdorf in Brandenburg	Grouven	450	1 350	1 950	2 040	—	—
2	Sandboden bei Dahme in Brandenburg von Falkenberg	Hellriegel	546	870	1 821	3 054	108	27
3	Sandboden bei Dahme in Brandenburg „ Wahlsdorf	do.	822	1 476	3 696	3 663	57	87
4	Sandboden bei Dahme in Brandenburg „ Heinsdorf	do.	798	1 035	3 024	2 004	51	45
5	Sandiger Lehmboden von Dahlen in Sachsen (Kleefähig)	Ritthausen	1 290	900	5 220	3 450	—	—
6	Sandiger Lehmboden von Altmorschen in Hessen	Dietrich	930	2 940	17 310	2 610	72	—
7	Frankensteiner Weizenboden von Seitendorf in Schlesien	C. Peters	1 140	1 920	7 230	4 170	270	—
8	Roter schwerer Lehmboden von Roßlar am Harz (Goldene Aue)	Grouven	1 320	2 790	49 140	3 180	—	—
9	Kieshaltiger roter Lehmboden von Nordhausen (Alluvium)	do.	1 560	4 470	11 130	3 120	—	—
10	Humoser Lehmboden von Jakowka bei Tlumacz in Galizien (Alluvium)	do.	1 050	870	9 120	5 910	—	—
11	Schwerer Thonboden von Czakowitz bei Prag (Alluvium)	do.	1 170	1770	54 450	3 240	—	—
12	Basaltboden von Rolandseck am Rhein (Weinbau)	Andrae Freytag u. Wüllner	1 950	3 090	75 360	—	—	—
13	Grandiger mergliger Lehmboden von Proskau in Schlesien	Hulwa	3 081	2 802	31 920	4 740	—	—
14	Graugelber Lehmboden, Gneisverwitterungsboden, wie gewöhnlich mit Stallmist bestellt	Haudtke	3 270	3 450	5 250	7 710	156	123
15	Graugelber Lehmboden, Gneisverwitterungsboden, 22 Jahre ohne Stallmist bestellt	do.	5 440	5 970	3 840	8 700	198	165
16	Dunkler sehr fruchtbarer Boden des Banat von Zombor im Bacser Comitat	Rudolph v. Hauer	3 000	6 900	166 800	—	—	—
17	Dunkler sehr fruchtbarer Boden des Banat von Toba im Torontaler Comitat	Rudolph v. Hauer	6 600	2 100	54 300	—	—	—
18	Marschboden vom Dollard (Dollardthon)	J. M. v. Bemmelen	30 000	6 000	105 000	—	—	—
19	Marschboden vom Haarlemer Meer in Holland	Völcker	15 900	8 100	21 270	15 600	—	—
20	Russische Schwarzerde (Tschornosem). Nie gedüngte Ackererde aus dem Gouvernement Tombow	Petzholdt	18 900	5 400	26 400	9 000	—	—
	Moorboden nach den von M. Fleischer berechneten Angaben**)							
21	Hochmoor durch Brennkultur ausgenützt	M. Fleischer	238	285	1 012	4 223	—	—
22	Niederungsmoor, Cunrauer Drömlingsmoor (Dammkultur)	do.	240	1 803	28 613	15 867	—	—

*) Berechnet nach den von Prof. Dr. A. Orth zusammengestellten Bodenanalysen, wobei ein mittleres spezifisches Gewicht von 1,5 der lufttrockenen Erde angenommen ist. Siehe A. Orth Geognostische Durchforschung des Schlesischen Schwemmlandes. Berlin, Parey 1872.

**) Thiel, Landwirtsch. Jahrbücher. 1886. S. 195.

Von größerer Bedeutung ist bei der Düngung die chemische Beschaffenheit, der Gehalt an Nährstoffen und das Absorptionsvermögen für dieselben.

Die Analyse der Ackererden stellt die Anwesenheit aller oben genannten Nährstoffe fest, das Verhältnis derselben zu einander ist besonders in den einzelnen Bodenarten sehr verschieden.

In größter Menge findet sich die Kieselsäure als Quarzsand und Bestandteil der unzersetzten Gesteine, Thonerde, Eisenoxyd, Schwefelsäure und Chlor. Diese Stoffe sind daher für den Bedarf der Pflanzen in ausreichender Menge vorhanden und bei der Düngung nicht in Betracht zu ziehen. Kali, Phosphorsäure und Stickstoff sind in allen Bodenarten in der geringsten Menge vorhanden, so daß wir auf diese drei in der Düngung in erster Linie Rücksicht nehmen müssen. Einzelne Bodenarten (Sand- und Moorboden) sind arm an Kalk und Magnesia und müssen diese in zweiter Linie berücksichtigt werden. Um für die hauptsächlichsten Bodenarten einen schnellen Überblick zu gewinnen über den schwankenden Gehalt an Nährstoffen, ist in der Tabelle auf Seite 14 der Vorrath an Kali, Phosphorsäure, Kalk und Stickstoff eines Hektar in der 20 cm tiefen Ackerkrume berechnet worden.

Stellen wir nun die Frage: „Ist der im Boden vorhandene Nährstoff-Vorrat vollständig ausreichend", so gelangen wir zu der Antwort: „daß selbst der große Vorrath in den fruchtbarsten Bodenarten nicht ausreicht, auf unabsehbare Zeit die für volle Ernten erforderlichen Nährstoffe zu liefern." Ein Beispiel erläutert diesen Ausspruch ziffermäßig.

Der unter Nr. 2 mitgeteilte Sandboden hat auf einem Hektar bis zu einer Tiefe von 20 cm einen Vorrat von:

546 kg Kali, 870 kg Phosphorsäure und 1821 kg Kalk.

Werden auf diesem Boden Kartoffeln gebaut, so würde dieser Vorrat reichen:

a) bei Mittelernten:
Kali 3—4, Phosphorsäure 19, Kalk 73 Jahre;

b) bei großen Ernten:
Kali 2—3, Phosphorsäure 14, Kalk 54 Jahre.

3. Notwendigkeit des Ersatzes der durch die Ernten entzogenen Nährstoffe.

Für den Stickstoff wurde die Notwendigkeit der Zufuhr bereits nachgewiesen. — Aus vorstehendem Beispiel ist zu ersehen, daß der Vorrat an Kali und Phosphorsäure nur für wenige Jahre ausreicht. Wir haben daher in der Düngung dem Boden Kali, Phosphorsäure und Stickstoff zuerst zuzuführen, während der Kalk erst in zweiter Linie zu berücksichtigen ist.

Die chemische Analyse des Ackerbodens giebt nur die absolute Menge vorhandener Nährstoffe an. Es ist hieraus zu ersehen, ob ein Boden mehr oder weniger reich an Nährstoffen ist, wieviel derselbe dagegen in einer für die Pflanzen leicht aufnehmbaren Form hiervon enthält, läßt sich nicht bestimmt feststellen. Noch viel weniger können wir mit Sicherheit darauf rechnen, daß der oben für 3—4 Jahre berechnete Kalivorrat in Wirklichkeit so lange ausreichen wird. Die Wurzeln können nicht bis

auf den letzten Rest die Nährstoffe dem Boden entziehen. Sobald der Vorrat bis zu einem gewissen Grade gesunken ist, findet eine mangelhafte Ernährung statt, die Pflanzen bleiben in ihrer Entwickelung zurück, und zeigt sich dieser erschöpfte Zustand des Bodens am deutlichsten in nach und nach geringer werdenden Ernteerträgen.

Fruchtbarer Boden, der alljährlich reiche Ernten bringen soll, muß nicht nur auf einige Jahre Pflanzennahrung enthalten, sondern noch einen bedeutenden Mehrbestand in leicht aufnehmbarer Form aufweisen, damit die Wurzeln sich nicht erst die erforderliche Menge Kali, Phosphorsäure und Stickstoff mühsam zu suchen brauchen. Es giebt wohl einzelne recht fruchtbare Bodenarten, welche Jahrzehnte lang ohne jede Düngung reichliche Ernten geben. Diese wenigen von Natur so außerordentlich begünstigten Ackerflächen (Russische Schwarzerde und der frisch urbargemachte Boden niedergelegter Wälder) besitzen die 20—30fache Nährstoffmenge anderer Bodenarten, welche eine regelmäßige Düngung nicht entbehren können.

Durch die Düngung soll dem Boden nicht allein die alte Fruchtbarkeit erhalten, sondern erhöht und armer Boden ertragsfähiger gemacht werden.

Ein alljährlich wiederkehrender Anbau einer Frucht auf demselben Felde ist in der Praxis schon längst als verderblich anerkannt, man pflegt dann wohl beim Nachlassen der Erträge zu sagen, „die betreffende Pflanze ist mit sich selbst nicht verträglich". Die wahre Ursache liegt aber in der großen Erschöpfung des Bodens. Besonders tritt bei tiefwurzelnden Gewächsen eine starke Nährstoffabnahme im Untergrunde hinzu, welcher ohne entsprechend tiefes Pflügen von der Düngung der Oberkrume keinen Anteil erhält. Diesen Zustand bezeichnet man als Müdigkeit, und spricht dann von klee- und rübenmüden Äckern. Spielt auch hierbei, wie es von der Rübenmüdigkeit nachgewiesen ist, die Nematode, ein kleines an den feinen jungen Wurzeln lebendes Insekt, eine große Rolle, so ist doch auch die Bodenerschöpfung in Rücksicht zu nehmen. Nematodenfreie Äcker sind aber im wahren Sinne des Wortes rübenmüde, sobald sie nur einen der wesentlichen Nährstoffe in ungenügender Menge vorfindet, und hat sich neben Phosphorsäure und Stickstoff bereits das Kali für einzelne Äcker als ersatzbedürftig erwiesen. Fruchtwechsel und reichliche Düngung können in solchen Fällen am schnellsten helfen.

Neben der sorgfältigen Bodenbearbeitung durch Tief- und Hack-Kultur und zweckmäßige Fruchtfolge ist daher der vollständige Ersatz der Nährstoffe durch die Düngung die wichtigste Forderung eines rationellen Pflanzenbaues.

Eine rationelle Düngung verlangt vollen Nährstoffersatz. Die große Wichtigkeit dieser Forderung kleidete Settegast in folgenden passenden Vergleich:

„Wer den Mahnruf des Bodenersatz-Konto unbeachtet läßt, dem wird es auf die Dauer nicht besser gehen, als dem Menschen, der in seinem sittlichen Handeln die Stimme des Gewissens überhört."

Nachgewiesen wurde, daß die chemische Analyse des Bodens nur ein Bild der größeren oder geringeren Fruchtbarkeit giebt. Hieraus läßt sich jedoch die zum Ersatz erforderliche Nährstoffmenge keineswegs bestimmen. Der einzige zuverlässige Weg zur Berechnung des notwendigen Ersatzes ist, „die in den Ernten der

betreffenden Pflanzen entzogenen Mengen von Kali, Phosphorsäure, Kalk und Stickstoff in Ansatz zu bringen, um daraus die Düngermenge zu berechnen."

Zu derartigen Berechnungen soll die praktische Düngetafel dienen. Zu diesem Zwecke sind auf Tafel Nr. 2 die bei der Düngung nicht in betracht kommenden Aschenbestandteile weggelassen, und nur die wichtigen Nährstoffe: Kali, Phosphorsäure, Kalk und Stickstoff in Farben dargestellt, um den Bedarf der einzelnen Pflanzen in mehr anschaulicher Weise hervortreten zu lassen. Ohne Rücksicht auf die in der ersten Tafel beibehaltene Ordnung der Pflanzen nach ihrer Stellung im landwirtschaftlichen System, folgen hier die Gewächse nach dem Steigen des Bedarfs an Kali, welches die größte Menge der Aschenbestandteile ausmacht.

Zu ersehen ist aus dieser mehr den praktischen Zwecken der Düngung angepaßten Tafel:

1. Das Nährstoffbedürfnis einer kleinen Mittel- und großen Ernte; wieviel Kilogramm Kali, Phosphorsäure, Kalk und Stickstoff die wichtigsten Kulturpflanzen einem Hektar entziehen, also durch die Düngung vollständig zu ersetzen sind.

2. Die Düngermenge. Aus den im ersten Teil gefundenen Zahlen läßt sich dann mit Hilfe des untenstehenden Gehalts der gebräuchlichsten Düngemittel*) die zum Ersatz notwendige Düngermenge leicht berechnen.

III. Düngemittel, durch welche Ersatz der entzogenen Nährstoffe geschaffen wird.

Die Düngemittel werden in 2 Gruppen geteilt:

1. Absoluter Dünger

führt dem Boden nicht allein die wichtigsten Nährstoffe zu, sondern wirkt auch auf die physikalische Beschaffenheit desselben. Durch Zersetzung der organischen Masse wird der Boden erwärmt und gelockert, der Humus vermehrt, welcher weiterhin die Bindigkeit und wasserfassende Kraft wesentlich erhöht. Hierzu ist in erster Linie der Stallmist zu rechnen.

2. Relativer Dünger.

enthält die Pflanzennährstoffe meist in mineralischer Form. Diese Düngemittel bereichern nur den Boden, indem sie demselben Kali-Phosphorsäure, Kalk und Stickstoff zuführen. Eine bodenbessernde Wirkung auf die physikalischen Eigenschaften besitzen sie nicht.

*) Die Tabelle über die Zusammensetzung der Düngemittel entspricht den in E. v. Wolffs praktischer Düngerlehre berechneten Mittelzahlen, mit Ausnahme der Kalisalze, deren Mittelwerte nach Analysen berechnet wurden, die im Laboratorium der Consolidirten Alkaliwerke in Westeregeln von Dr. E. Wagner und E. Lierke in großer Anzahl ausgeführt wurden.

Da sie die 50—100fache Nährstoffmenge des Stallmistes enthalten, so werden sie als **konzentrierte Düngemittel** bezeichnet.

Es entspricht z. B. 1 Ctr. 20prozent. **Superphosphat** = 95 Ctr. **Stallmist**. Eine weitere Bezeichnung ist **künstlicher Dünger**, weil die meisten in Fabriken erst gereinigt und in für die Pflanze leicht aufnehmbare efühℏrt werden.

Je nach dem Vorhandensein eines Nährstoffs werden dieselben unterschieden in:

1. Stickstoffreiche
2. Phosphorsäurereiche
3. Kalireiche
4. Kalkreiche und
5. Misch-Dünger, welche 2 oder 3 der genannten Nährstoffe zugleich enthalten (z. B. Peruguano).

I. Absolute Düngemittel.

A. Der Stallmist.

a) Gewinnung und Behandlung.

Die landwirtschaftlichen Nutztiere erhalten zu ihrer Nahrung hauptsächlich Pflanzenstoffe, teils die auf dem Felde geernteten: Körner, Rüben, Heu, Stroh ꝛc., teils die aus den landwirtschaftlichen Gewerben abfallenden Futtermittel: Schnitzel, Schlempe, Kleie, Ölkuchen ꝛc. Von den aufgenommenen Futterstoffen wird ungefähr die Hälfte der organischen Substanz verdaut; wird also vom Körper zur Erhaltung des Lebens verbraucht und durch Lungen und Haut als Kohlensäure und Wasserdampf an die Luft abgegeben. Hierbei geht ein Teil des Stickstoffs und der Aschenbestandteile ebenfalls in den Kreislauf des Blutes über, wird später in den Nieren abgeschieden und verläßt den Körper als flüssige Masse, **Harn** oder **Urin** genannt. Der übrige im Darmkanal verbliebene unverdauliche Rest der Nahrung wird als feste oder breiige Masse entleert, **Kot** oder **Fäces** genannt. In den festen und flüssigen Entleerungen der ausgewachsenen Arbeitstiere finden wir allen Stickstoff und die gesamten Aschenbestandteile des verzehrten Futters wieder. Nur bei jungen noch im Wachsen begriffenen Tieren, bei Mast- und Milchvieh wird eine geringe Menge als Knochen und Fleisch im Körper angesetzt oder in der Milch ausgeschieden.

Die Pflanzenstoffe beginnen im Tierkörper den Kreislauf ihrer Zersetzung. Die Hälfte des **Kohlenstoff, Sauerstoff** und **Wasserstoff** wird zur Erhaltung des tierischen Lebens verbraucht, gewissermaßen durch den eingeatmeten Sauerstoff verbrannt, um dem Körper die nötige Wärme zu geben. Diese Nährstoffe gehen also dem Dünger verloren, haben jedoch für denselben keine Bedeutung, da **Kohlensäure** und **Wasser** in den unerschöpflichen Vorratsraum der Atmosphäre übergehen und wiederum anderen Pflanzen zu Gute kommen. Sobald der Rest des Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff den Körper in den Exkrementen verlassen hat, gehen dieselben durch die alsbald erfolgende Verwesung ebenfalls in Kohlensäure und Wasser über, bis auf sämtliche Aschenbestandteile und die größte Menge des Stickstoffs.

Diese Stoffe bleiben dem Dünger erhalten, und werden daher durch den Stallmist

dem Acker die entzogenen wichtigen Nährstoffe Kali, Phosphorsäure, Kalk und **Stickstoff** wieder ersetzt.

In den Gewerben finden Kot und Urin keine Verwendung, vielmehr können die bald in Fäulnis übergehenden Anhäufungen derselben gesundheitschädlich und lästig werden. Schon aus diesen Gründen beschränkt sich ihre Verwertung allein auf Landwirtschaft und Gartenbau zu Düngezwecken. Es liegt daher in unserer Hand, nicht allein die Fruchtbarkeit des Bodens zu erhalten, sondern auch die Fortschaffung und normale Zersetzung der Fäulnisprodukte im Boden einzuleiten, wodurch der Bildung und Anhäufung gefährlicher Krankheitsstoffe vorgebeugt wird.

Für sich allein als Düngemittel werden die Exkremente nur in beschränktem Maße angewandt:

1. Bei Weidegang werden die Felder auf die natürlichste Weise gedüngt.
2. Beim Pferchen werden die Schafe während der Nacht in Hürden dicht zusammengesperrt, so daß in ein oder mehr Nächten eine umstellte Fläche abgedüngt wird.
3. In einigen Weidewirtschaften Hollands und der Schweiz wird in der kurzen Zeit, welche die Tiere im Stall zubringen, aller Kot mit dem abfließenden Urin in Behältern gesammelt, wo die Masse, Gülle genannt, eine Gährung durchmachen muß und als flüssige Jauche über die Felder gegossen wird.

Am verbreitesten ist die Gewinnung von Stallmist, worunter eine Vermengung der festen und flüssigen Ausleerungen mit der Einstreu zu verstehen ist.

Zur Einstreu wird meist das Stroh der Getreidearten und der übrigen Körnerfrüchte verwandt, weitere Streumaterialien in Wirtschaften mit Strohmangel oder lohnendem Strohverkauf sind: Waldstreu, Haidekraut, Torfmull, Ackererde, Sand u. a. Die **Einstreu** soll zunächst den Tieren eine trockene, warme und reine Lagerstatt gewähren, für die Düngerbereitung hat sie folgende Bedeutung:

Trockenes Stroh, Torfmull, Erde 2c. besitzen ein großes Auffaugungsvermögen für Flüssigkeiten. Es wird durch diese wesentliche Eigenschaft die Gewinnung des Urins ermöglicht, ebenso die weichen Kotmassen in einen trockeneren Zustand übergeführt. Durch die innige Vermengung des Streustrohs mit den Exkrementen wird jeder Verlust an wertvollen Dungstoffen durch abfließende Jauche vermieden. Das ganze Gemenge, der Stalldünger, läßt sich bequem handhaben, auf gewöhnlichen Wagen fortschaffen und auf dem Felde gleichmäßig verteilen.

Schon vom rein praktischen Standpunkt sind die genannten Vorteile wohl zu beachten gegenüber der Ansammlung in oben angeführter flüssiger Form als Gülle. Wie wesentlich es ist, die festen mit den flüssigen Ausleerungen ohne jeglichen Verlust zusammen zu gewinnen, ersieht man aus der Verteilung der einzelnen Nährstoffe. Die Hauptmenge des Stickstoff und Kali ist in leicht löslicher Form im Urin enthalten. Phosphorsäure findet sich nicht im Urin der Pflanzenfresser: Pferd, Rind und Schaf, bei diesen wichtigsten Nutztieren ist also sämtliche Phosphorsäure im Kot enthalten. Nur der Menschen-, Hunde- und Schweineharn enthält einen Teil der aufgenommenen Phosphorsäure.

Je nach Futter, Alter und Benutzung der Tiere ist der Gesamtgehalt an

Kali, Phosphorsäure und Stickstoff im Kot und Urin sehr schwankend. Die Verschiedenartigkeit und Menge des benutzten Streuhmaterials beeinflußt ebenfalls die wechselnde Zusammensetzung des frischen Stallmist. Die für die einzelnen Mistarten angegebenen Gehaltszahlen geben ein deutliches Bild der Nährstoffmenge, welche bei Ersatzberechnungen als Grundlage dienen können.

Je nach der Tierart unterscheidet man 4 Mistarten:

1. Der Pferdemist ist sehr trocken, die Exkremente gehen sehr schnell in Zersetzung über, wodurch der Pferdemist sich stark erhitzt und in kaltem, schwerem Boden eine wesentlich wärmende und lockerne Wirkung ausübt.

2. Der Rindviehmist ist im Gegensatz zum Pferdemist wasserhaltiger und langsamer wirkend, daher mehr für leichten und lockeren Boden geeignet.

3. Der Schafmist ist in seiner Beschaffenheit mehr dem Pferdemist ähnlich und wie dieser ein hitziger Dünger.

4. Der Schweinemist, dessen Menge vielfach keine bedeutende ist, kommt dem Rindviehmist nahe. Dem weichen Futter entsprechend ist dies der wasserreichste Dünger.

Jede der genannten Mistarten für sich gesondert zu sammeln und zu verwenden, ist nicht immer möglich. Viele Wirtschaften bringen sämtlichen Mist aus den Ställen in eine gemeinsame Düngergrube. Kommt der trockene Pferdemist mit dem nassen Rindviehmist zusammen, so werden die verschiedenen Eigenschaften der beiden auf vorteilhafte Weise ausgeglichen. Eine Ausnahme bildet nur der Schafmist, welcher stets am besten im Stalle liegen bleibt. Wir haben es daher im allgemeinen mit einem gemengten Stalldünger zu thun, welcher erst nach längerem Lagern auf der Düngerstätte zur Anwendung kommt.

In vielen Fällen ist es erwünscht, die Menge des zu erzeugenden Stallmistes im voraus berechnen zu können.

Nach E. Heiden*) geht man von der Trockensubstanz des verzehrten Futters aus. Die Gesamtmenge der Exkremente wird nun für die einzelnen Tiere aus der Trockensubstanz durch Multiplikation mit folgenden Faktoren berechnet:

Pferd	Rind	Schaf	Schwein
2,101	3,886	1,884	2,373.

Hierzu wird dann das Streustroh gerechnet. Bedeutet z. B. D die zu berechnende Düngermenge, T die Trockensubstanz des Futters, S das Streustroh, so ist für Rindviehmist:

$$D = T \cdot 3{,}886 + S.$$

Da das Streustroh in den meisten Fällen $\frac{1}{3}$ der Trockensubstanz beträgt, also $S = \frac{T}{3}$, so ist:

$$D = T \cdot 3{,}886 + \frac{T}{3}.$$

E. v. Wolff**) berechnet aus der Trockensubstanz der einzelnen Futterarten und der Differenz des Verdaulichkeitskoeffizienten den auf jedes Futtermittel entfallenden Darmkot. Für die Trockensubstanz des Harns werden 6,0 pCt. des Darmkots berechnet. Die Summe der so gefundenen trockenen Exkremente und

*) Näheres in E. Heiden, Lehrbuch der Düngerlehre, Philipp Cohen, Hannover 1879.
**) E. v. Wolff, Praktische Düngerlehre, Paul Parey, Berlin 1886.

die Trockensubstanz der Einstreu ergiebt die Menge des wasserfreien Stallmistes.

Im frischen Mist beträgt der Gehalt an Trockensubstanz bei:

Pferd	Rind	Schaf	Schwein
27,0 pCt.	20,0 pCt.	26,0 pCt.	22 pCt.

Um nun die Menge des frischen Stallmistes zu finden, ist der trockene Mist mit folgenden Zahlen zu multiplizieren:

Pferd	Rind	Schaf	Schwein
3,7	5,0	3,8	4,6

Auf Grund dieser beiden Methoden ist die Dungmenge eines Tieres dem Lebendgewicht entsprechend wie folgt berechnet worden:

I. von E. Heiden:

	Pferd (500 kg L.-G.)	Rind (500 kg)	Schaf (45 kg)	Schwein (100—200 kg)
frischer Mist p. Tag .	24,0 kg	57,0 kg	3,2 kg	6,1 kg
" " " Jahr .	8760 "	20 805 "	1168 "	2225 "

II. von E. v. Wolff:

	Täglich:			
a) frisch	26,50 kg	42,90 kg	2,40 kg	7,33 kg
b) mäßig verrottet. .	21,45 "	31,60 "	1,90 "	5,83 "
	Jährlich:			
a) frisch	9650 kg	15 650 kg	875 kg	2 660 kg
b) mäßig verrottet .	7850 "	11 550 "	695 "	2 110 "

Die für ein Jahr berechneten Zahlen gelten nur für fortwährende Stallfütterung. Bei Pferden wie überhaupt bei Arbeitstieren ist von dieser Jahresproduktion die auf die Arbeitszeit entfallende Menge in Abzug zu bringen, also die Exkremente, welche die Tiere auf der Straße und auf dem Felde verlieren. Für den Stallmist beträgt dieser Verlust ungefähr $\frac{1}{3}$ der Jahresproduktion. Rechnet man 260 Arbeitstage à 12 Stunden, so sind 130 volle Tage abzurechnen und bleiben 235 Tage übrig, demnach würde die thatsächlich gewonnene Menge Stallmist für ein Pferd pro Jahr betragen:

a) frisch . . . . 6 250 kg
b) mäßig verrottet . . . 5 050 kg

Diejenige Dungmenge, welche den Feldern während der Arbeit und bei zeitweisem Weidegang in den Exkrementen der Tiere zugeführt wird, entzieht sich einer genauen Berechnung.

Bisher ist nur von frischem Stallmist die Rede gewesen, es wird jedoch in keiner Wirtschaft möglich sein, täglich den frischen Mist sämtlich auf das Feld zu fahren. Da man nicht zu jeder Zeit über freies Land und Gespannkräfte zum Dungfahren verfügen kann, so ist man gezwungen die Dungmassen auf längere oder kürzere Zeit aufzubewahren, bis sich passende Gelegenheit zum Abfahren bietet. In Schafställen läßt man den Mist ein halbes bis ganzes Jahr liegen, ebenso hat man in einzelnen Wirtschaften tiefe Ställe für das Rindvieh, in denen bei reichlicher Einstreu der Dünger wie im Schafstall auf längere Zeit unter den Tieren liegen bleibt, um dann später gleich im Stall auf Wagen geladen zu

werden. Pferdeställe müssen unbedingt nach 1 oder 2 Tagen, Schweineställe mindestens einmal wöchentlich ausgemistet werden. Der aus den Ställen gebrachte Mist von Pferden, Rindern und Schweinen verlangt daher einen Lagerplatz, Düngerstätte, auf welchem der Mist solange liegen bleibt, bis die Zeit zum Düngerfahren herangekommen ist.

Von großer Wichtigkeit ist die Kenntnis der Veränderungen des Stallmistes beim Lagern.

Die unter Einfluß des Sauerstoffs der Luft und zahlloser kleiner Lebewesen vor sich gehende Fäulnis ist ein ähnlicher Vorgang, wie die durch Hefepilze verursachte Gährung. (Wein und Bier.) Am schnellsten beginnt die Zersetzung der Exkremente, während das Streustroh am längsten widersteht. Wie alle verwesenden Stoffe giebt der Stallmist Kohlensäure und Wasser an die Luft ab, wodurch sein Gewicht und Volumen bedeutend abnimmt. Dieser Verlust beträgt 20,30 bis 50 pCt. des frischen Mistes und erstreckt sich auf die organische Substanzen desselben, deren Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff für die Düngung ohne Bedeutung sind, wogegen die damit verbundene Abnahme an **Stickstoff** nicht zu unterschätzen ist, da der Dünger große Mengen des wertvollsten und am höchsten bezahlten Nährstoffs verliert. Die Aschenbestandteile, und darin Kali und Phosphorsäure, erleiden keine Verluste, sobald dafür gesorgt ist, daß durch Wasser nichts gelöst wird und in der Jauche fortfließen kann. Der Vorrat an Kali und Phosphorsäure verteilt sich auf eine kleinere Menge verrotteten Mistes, so daß der prozentische Gehalt höher ist als im frischen Mist.

Die stickstoffhaltigen organischen Substanzen im Harn, Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure rc. unterliegen am schnellsten der Zersetzung, wobei Ammoniak in die Luft entweicht und für den Dünger verloren geht. In jedem Pferdestall kann man sofort das Ammoniak an seinem scharfen Geruch und stechenden Reiz auf die Schleimhäute der Nase und des Auges bemerken. Besonders Pferde- und Schafmist ist seiner großen Trockenheit wegen geneigt, sich schnell zu erhitzen und das Ammoniak zu verlieren. In schlecht gelüfteten Ställen sättigt sich bald die Luft mit Ammoniak und Kohlensäure, übt auf die Gesundheit und das gesamte Wohlbefinden der Tiere einen nachteiligen Einfluß. Kommen die Pferde im Winter lange Zeit aus solchen Ställen nicht heraus, so stellen sich Augenkrankheiten und andere Ubelstände ein.

Es ist daher die Aufgabe einer rationellen Düngerbehandlung, nicht allein auf die Stickstoffverluste Rücksicht zu nehmen, sondern auch im Interesse der Tierhaltung den Stallmist so aufzubewahren, daß die Zersetzung und die damit verbundenen Ammoniak-Verluste ganz oder doch zum größten Teil verhindert werden. Dieser Zweck kann nur durch Zusatz solcher Stoffe vollkommen erreicht werden, welche einerseits das eben gebildete gasförmige Ammoniak binden, andererseits aber die Fäulnis des Stallmistes und hierdurch die weitere Bildung flüchtigen Ammoniaks verhindern. Die hierfür hauptsächlich vorgeschlagenen und in der Praxis angewendeten Stoffe sind folgende:

Unter den Kalksalzen ist der Gips, der fast nur aus schwefelsaurem Kalk besteht, wohl der am längsten bekannte und benutzte. Der schwefelsaure Kalk zieht Ammoniak und Kohlensäure begierig aus der Luft an, wobei sich kohlensaurer Kalk und schwefelsaures Ammoniak bildet, letzteres ist nun

in dieser Form nicht mehr flüchtig und bleibt so dem Dünger erhalten. In neuerer Zeit wird vielfach Superphosphat-Gips, der Abfall bei der Herstellung von Doppelsuperphosphaten, empfohlen. Er enthält bis zu 4 pCt. freie Phosphorsäure, ist daher bedeutend wertvoller und zur Stallmistkonservierung geeigneter als der gebrannte Gips. Von den übrigen Kalksalzen ist der kohlensaure Kalk (Kreide, Marmor) nicht brauchbar, da ihm die wesentliche Eigenschaft des Gipses fehlt. Ätzkalk wirkt eher schädlich, da er das Ammoniak erst recht austreibt, selbst aus den noch nicht verwesten Bestandteilen. Superphosphate (saurer phosphorsaurer Kalk) besitzen ebenfalls die Fähigkeit, Ammoniak aus der Luft aufzunehmen und sind deshalb auch zum Einstreuen in die Ställe empfohlen worden. In der Praxis dürfte aber die Einführung auf Widerstand stoßen, da man die teueren Superphosphate nicht gleichzeitig mit dem Stallmist anwenden will und dieselben lieber als Hilfsdünger zu solchen Früchten benutzt, welche in der zweiten oder dritten Tracht gebaut werden.

Die Wirkung des Gipses erstreckt sich nur auf die Reinigung der Stallluft, er bindet nur allein das Ammoniak ohne die weitere Fäulnis des Stallmistes aufzuheben.

Soll die Konservierung eine vollständige sein, so verlangt man beide Wirkungen zugleich, die von den Magnesiasalzen und magnesiareichen Kalisalzen in vollem Maße ausgeübt wird.

Von nachbenannten Salzen wird Ammoniak in erhöhtem Maße gebunden und zugleich Fäulnis verhindert:

1. Schwefelsaure Magnesia kommt als Kieserit in den Kalisalzlagern vor. Dieses Mineral wird bei der Verarbeitung der Roh-Salze gewonnen, und enthält der gereinigte Kieserit 70—80 pCt. schwefelsaure Magnesia.

2. Schwefelsaure Kalimagnesia ist ein Doppelsalz aus ca. 35 pCt. schwefelsaurer Magnesia und 50 pCt. schwefelsaurem Kali.

3. Carnallit und Kainit, die beiden natürlich vorkommenden Kalisalze enthalten neben Chlorkalium und Steinsalz die Ammoniakbindenden Salze: Schwefelsaure Magnesia und Chlormagnesium, Carnallit 33,6 pCt., Kainit 32 pCt.

4. Die Kalidüngesalze, welche aus den Abfällen der Carnallit-Verarbeitung gewonnen werden, sind den beiden genannten Bergprodukten ähnlich zusammengesetzt, der Kaligehalt ist bedeutend größer als im Kainit. Das hohe Düngersalz enthält die wenigsten Magnesiasalze 27,1 pCt., das niedrige 37,4 pCt.

Die unter 1—4 genannten Salze werden bei den kalireichen Düngemitteln ausführlicher besprochen.

Dr. A. Morgen*) und Dr. Troschke**) haben von Gips und Kalisalzen das Aufnahmevermögen für Ammoniak bestimmt. Auf diese umfangreichen Versuche wird hingewiesen, zur Erläuterung nur ein Versuch von Troschke mitgeteilt, den Verhältnissen in der Praxis sehr nahe liegend.

Troschke brachte nämlich die dünn ausgebreiteten Salze unter Glasglocken, deren Luft wie in den Viehställen mit Ammoniak und Kohlensäure gesättigt war. Auf diese Weise wurde bestimmt, wieviel Gramme Ammoniak durch 100 g Salze aus der Luft angezogen werden, nach:

---

*) Landw. Versuchsstationen Bd. 27, 1883, S. 183.

**) Wochenschrift der Pommerschen ökonomischen Gesellschaft in Regenwalde 1884, S. 61.

1 Tag:		2 Tagen:		3 Tagen:	
Krugit	1,9 g	Krugit	3,7 g	Krugit	4,5 g
Kainit	2,9 „	Kainit	4,2 „	Kainit	6,2 „
Kieserit	4,1 „	Schwefels. Magnesia	6,4 „	Schwefels. Magnesia	6,9 „
Carnallit	4,1 „	Kieserit	8,2 „	Carnallit	9,0 „
Gips	5,0 „	Carnallit	8,5 „	Kieserit	10,5 „
Schwefels. Magnesia	5,1 „	Gips	9,9 „	Chlormagnesium	12,0 „
Chlormagnesium	6,1 „	Chlormagnesium	11,3 „	Gips	12,8 „

Krugit ist ein seltener vorkommendes Kalisalz, aus Gips, Steinsalz und schwefelsaurem Kali bestehend. Der schweren Löslichkeit wegen ist seine Ammoniak-Aufnahme nur gering. Die leicht löslichen Salze nehmen die größten Ammoniakmengen in der kürzesten Zeit auf, selbst aus verdünnten Lösungen. Gips vermag erst aus konzentrierten Lösungen und nach längerer Zeit die absolut größte Menge zu binden. Bei den Kalisalzen richtet sich die größere oder geringere Brauchbarkeit nach dem jeweiligen Gehalt an Magnesiasalzen. Schon aus diesem Grunde ist der Carnallit dem Kainit überlegen, dazu ist noch die größere Menge in der Form des überaus leicht löslichen Chlormagnesium enthalten.

Die Vorteile der genannten Kalisalze gegenüber dem Gips liegen nicht allein in der Festlegung und Erhaltung des flüchtigen Ammoniak, sondern auch in der Wirkung auf die Fäulnis, durch Überstreuen von Kieserit, Carnallit oder Kainit wird der Dünger gewissermaßen eingepökelt, die Fäulnis verlangsamt und damit der Verlust an humusbildenden Stoffen wesentlich vermindert Der naturgemäße Verwesungsprozeß geht dann erst auf dem Acker vor sich. Ein derart gut konservierter Mist behält mehr die Eigenschaften des frischen Mistes und wird den gleich günstigen Einfluß auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens ausüben, während der ohne jeden Zusatz verrottete Mist $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ seiner ursprünglichen Masse verliert, daher auch nicht mehr im stande ist, den Boden ebenso zu erwärmen und zu lockern, wie frischer oder gut behandelter Mist.

Diese vorteilhaften Eigenschaften der Kalisalze besitzt der Gips nicht in gleichem Maße. Er bindet wohl anfänglich das Ammoniak, übt aber bei längerem Lagern eher eine beschleunigende als verlangsamende Wirkung auf die Zersetzung aus. Bei einzelnen Versuchen verursachte der Gips größere Verluste an Düngersubstanz und Stickstoff, als in dem ohne jeden Zusatz gelagerten Stallmist der Fall war. Der schädliche Einfluß des Gipses geht aus den Versuchen von H. Joulie*) hervor.

Nach 6 Monaten war der Verlust an Pferdedünger:

	a) in Prozenten der Trockensubstanz	b) in Prozenten des Gesamt-Stickstoffs
Ohne Zusatz I	53,7	18,0
Ohne Zusatz II	56,2	21,3
Mit Phosphorit allein	57,9	21,1
Mit Phosphorit und Gips	49,7	39,0
Mit Phosphorit und Kalk	56,4	31,3
Mit Kalk allein	58,0	40,6
Mit Gips allein	52,6	34,0

*) Annales agronomiques 1884, Bd. X Nr. 7. — Agrikult.-Chem. Centralblatt 1885. S. 158.

Phosphorit ist ohne jeden Einfluß, während auf die schädliche Eigenschaft des Kalkes schon oben hingewiesen ist. Die Verluste an trockener Düngermasse blieben auch bei Zusatz von Gips dieselben, die Stickstoffverluste waren dagegen bedeutend höher.

Einen deutlichen Beweis für die Überlegenheit der Kalisalze liefert ein Versuch von Dr. Troschke*): Von einem vorher untersuchten Stallmist wurden zwei gleiche Proben mit Kainit bezw. Gips gemischt. Nach Verlauf von drei Monaten war der Verlust:

1. bei Kainit 20 pCt. der Trockensubstanz 10 pCt. des Stickstoffs,
2. bei Gyps 31 „ „ „ 32 „ „ „

Als weitere Belege dienen die zwei folgenden Versuche:

Prof. Fittbogen**) ermittelte bei Fütterungsversuchen, die mit 10 Hammeln in 2 Abteilungen und mit vorher untersuchten Futtermitteln während ca. 30 Tagen angestellt waren, die Menge des im Stallmist wiedergefundenen Stickstoffs. Unter Anwendung folgender Konservierungsmittel (pro Tag und Kopf) wurden von dem aufgenommenen Stickstoff erhalten:

Carnallit 0,12 kg	Kainit 0,08 kg	Abfallsalz 0,10 kg	Gips 0,06 kg	Ohne Ammoniak bindendes Mittel
93,4 pCt.	87,8 pCt.	90,1 pCt.	88,8 pCt.	76,1 pCt.

Der Erfolg des Carnallit ist unzweifelhaft ein sehr günstiger. Die übrigen Salze waren in dem Geldwerte des Karnallit in entsprechender Menge zugesetzt.

Prof. Holdefleiß***) und Domänenpächter Hickethier machten einen größeren Versuch mit Kuhdünger. Es wurden 4 Haufen mit je 6000 kg (120 Ctr.) hergestellt.

Haufen 1 blieb ohne Beimengung,
„ 2 wurde mit Kainit gleichmäßig durchsetzt,
„ 3 wurde mit Superphosphatgips durchsetzt,
„ 4 wurde mit humoser Erde bedeckt.

Das Resultat war nach 7 Monat langem Lager:

	Trocken-substanz-Verlust pCt.	Stickstoff-Veränderung
Haufen 1 ohne Zusatz	31,2	23,3 pCt. Verlust
„ 2 mit Kainit	11,9	0,0 „ „
„ 3 mit Superphosphatgips . .	22,5	4,6 „ Zunahme
„ 4 mit Erde	—	2,2 „ Verlust

*) Wochenschrift der Pomm. ökon. Gesellschaft 1884, S. 61.
**) Der Landbote 1882, S. 208. — Agrik.-Chem. Centralblatt, 1882, S. 368.
***) Der Landwirt 1885, Nr. 79. — Agrikult.-Chem. Centralblatt 1886, S. 24.

Bei Haufen 4 war die Menge der zugesetzten Erde nicht bestimmt worden, und konnte der Trockensubstanz-Verlust nicht ermittelt werden. Während der Dünger im Haufen 1, 3 und 4 schon stark verrottet war, sah der Dünger im Haufen 2 mit Kainit noch ganz frisch aus. Das deutlich zu erkennende Stroh besaß noch eine gewisse Zähigkeit. Der mit Kalisalz behandelte Dünger hatte somit nicht nur keinen Verlust an Stickstoff, sondern auch die geringste Einbuße an organischer Substanz erlitten. Der Haufen mit Superphosphatgips hatte in seinem Stickstoffgehalt etwas zugenommen. Diese Zunahme an Ammoniak entstammt jedenfalls von dem nebenliegenden Haufen Nr. 1 und dem nahen Schafstalle.

Die Versuche von Prof. Heiden*), im großen Maßstabe in eigens dazu hergerichtetem, allen Anforderungen genügendem Viehstall mit Düngergrube ausgeführt, ergaben: Der Stallmist ohne jeglichen Zusatz hatte trotz der sorgfältigen Behandlung ebenfalls bedeutende Verluste erlitten, welche durch Superphosphatgips erheblich vermindert waren. In der Jauche hatte er ebenfalls stickstofferhaltend gewirkt. In Bezug auf die Zahlen wird auf die umfangreiche, unten angeführte Arbeit verwiesen.

Nachdem durch obige Versuche der Beweis geliefert ist, daß durch zweckmäßige Anwendung von Ammoniak-bindenden Mitteln der Verlust im Stalldünger ganz oder zum größten Teil vermieden werden kann, soll im folgenden der Wert des auf diese Weise gewonnenen Stickstoffs bezeichnet werden, wozu die Stallmist-Menge von nur einem Stück Rindvieh dient.

Von einer Kuh werden nach E. v. Wolff jährlich 15 650 kg frischer Mist erzeugt. Bei einem Gehalt von 0,34 pCt. sind darin 53,12 kg Stickstoff. Ein Verlust beim Liegen ohne Konservierungsmittel von 23 pCt. macht demnach

12,24 kg Stickstoff, soviel als in
79,00 kg Chilisalpeter enthalten sind.

Bei einem Preise von 18,00 ℳ pro 100 kg entspricht dies 14,22 ℳ, eine Summe, welche durch Einstreu von Kalisalzen und Superphosphatgips im Stallmist erhalten bleibt. Für Wirtschaften mit viel Viehhaltung dürfte dieser Gewinn ganz bedeutend ins Gewicht fallen, und würde dann der Zukauf von Stickstoff-Dünger (Chilisalpeter, Schwefelsaures Ammoniak ꝛc.) ganz unterbleiben oder doch auf eine geringere Menge beschränkt werden.

Die hierzu erforderliche Menge beträgt pro Tag und Stück Großvieh oder 10 Schafe:

0,20—0,25 kg Kieserit,
0,30—0,35 „ Schwefelsaure Kali, Magnesia,
0,25—0,30 „ Carnallit,
0,30—0,40 „ Kainit, resp. Kali-Abfallsalz,
0,30—0,40 „ Superphosphat-Gips.

Während der heißen Jahreszeit ist mehr zu geben als in der kalten.

Diejenigen Kosten, welche dadurch entstehen, werden schon allein durch den Mehrgewinn an Stickstoff reichlich gedeckt, ganz abgesehen von der Bereicherung des Stallmistes mit Kali. Wirtschaften mit leichtem Sand- und Moorboden

*) Sächsische Landw. Zeitschr. 1885, Nr. 29 u. 30. — Agrik.-Chem. Centralblatt 1885, S. 662.

können ihren Kali-Bedarf durch Einstreu der Kalisalze in die Viehställe auf billigste Weise decken und den höchsten Nutzeffekt dadurch erzielen.

Die jährlichen Kosten betragen:

a) bei 0,3 kg Carnallit = 110 kg = 0,99 *M**)

b) bei 0,4 „ Kainit = 146 „ = 2,37 *M*.

Demnach Reingewinn durch Carnallit 14,23 *M*.

„ „ „ Kainit 11,85 *M*.

Von einigen Seiten wird gegen die rohen Kalisalze Carnallit und Kainit eingewendet, daß der damit behandelte Stallmist zuviel von den diese Salze begleitenden Chlorverbindungen enthält, welche einen nachteiligen Einfluß auf die Beschaffenheit der damit gedüngten Pflanzen ausüben.

Derartige Wirkungen sind bei Kartoffeln, Zuckerrüben und Tabak in der That beobachtet worden, indem bei gleichhohen Erträgen der Stärke- resp. Zuckergehalt vermindert und die Verbrennlichkeit der Tabakblätter erschwert wurde. Bei diesen Gewächsen ist daher zu empfehlen:

1. Die reinen schwefelsauren Salze, Kieserit und schwefelsaure Kali-Magnesia zur Ammoniak-Bindung im Stalldünger zu benutzen. Zu Tabak sollten dieselben ausschließlich verwendet werden und ist besonders die reine schwefelsaure Kali-Magnesia geeignet, welche gleichzeitig den großen Kali-Bedarf in einer zusagenden Form decken dürfte.

2. Den mit Carnallit oder Kainit konservierten Dünger möglichst zeitig auf das Feld zu bringen. — Es werden dann die Chlorverbindungen im Boden umgesetzt, den tieferen Schichten zugeführt und somit unschädlich gemacht. Wie es verwerflich ist, die Kalidüngung kurz vor der Frühjahrs-Saat zu geben, so soll man auch den mit rohen Kalisalzen gemengten Stallmist zu Rüben und Kartoffeln niemals kurz vor der Saat unterpflügen.

Professor Maercker**) berichtet über einen derartigen Düngungsversuch zu Zuckerrüben:

Es wurden zwei Sorten Stallmist bereitet, der eine täglich mit Kainit, der andere mit Gips bestreut, von jedem wurden pro ha 24 000 kg schon im Sommer auf das Feld gebracht und daneben noch 48 kg Stickstoff und 98 kg Phosphorsäure gegeben. Das Resultat der Rübenernte war im Durchschnitt von je zwei Parzellen wie folgt:

	Ertrag pro ha	Zucker in Prozenten	Reinheit
Stallmist mit Kainit	39 340 kg	13,72 pCt.	83,64
Stallmist mit Gips	37 800 kg	13,88 pCt.	83,64

Kainit hatte demnach einen Mehrertrag von 1540 kg (30,8 Ctr.) bewirkt, ohne den Zuckergehalt zu beeinträchtigen. Bei richtiger Anwendung der Kalisalze

*) Dieser Berechnung ist ein Preis von 0,90 *M* pro 100 kg Carnallit und 1,62 *M* pro 100 kg Kainit zu Grunde gelegt. Zu diesem Preis müssen noch die Frachtkosten hinzugefügt werden.

**) Neue Zeitschrift f. Rübenzucker-Industr. 1882, S. 181. — Agric.-Chem. Centralblatt 1882, S. 369.

ist stets **ein günstiges Resultat** zu erwarten. Das benutzte Feld war keineswegs kaliarm; es würden daher auf Feldern, welche an und für sich eine Kalidüngung nötig haben, durch kalireichen Stallmist bedeutendere Erfolge erzielt werden.

b) Die Mist-Jauche.

In einzelnen Wirtschaften mit Mangel an Streustroh läuft die Hauptmenge des Urin aus den entsprechend eingerichteten Viehställen und wird für sich gesondert aufgefangen. In einem geeigneten Behälter sammelt sich dann ebenfalls die aus der Düngerstätte abfließende Flüssigkeit. Der mehr trockene Pferde- und Schafmist giebt überhaupt keine Jauche, es bezieht sich daher das Gesagte nur auf den wasserreichen Rindvieh- und Schweinemist. Die so gewonnene Mistjauche wird dann allein auf den Acker gebracht. Wie schon oben bei der Zusammensetzung des Harn erwähnt wurde, ist derjenige unserer wichtigsten Nutztiere (Pferd, Rind und Schaf) frei von Phosphorsäure Die vom Misthaufen ablaufende Jauche ist ebenfalls verhältnismäßig arm an diesem Nährstoff. Die Mistjauche ist sehr reich an **Kali** und **Stickstoff**. Dem Boden wird daher durch solche einseitige Düngung die so wesentliche Pposphorsäure ungenügend wieder ersetzt, abgesehen von der fehlenden Eigenschaft des Stallmistes, den physikalischen Zustand des Bodens zu verbessern. Nach diesen beiden Richtungen ist die Jauche **kein vollständiges Düngemittel**, außerdem ist der Transport und die gleichmäßige Verteilung in der Praxis mit vielen Schwierigkeiten verknüpft, daß es entschieden rationeller ist, die Jauche zur Verbesserung des Stallmistes zu benutzen und mit diesem innig vermengt auf das Feld zu bringen. Die etwa auf der Düngerstätte sich ansammelnde Jauche ist an einer tiefer liegenden Stelle mit einer geeigneten Pumpe zu heben und auf die oberen mehr ausgetrockneten Düngerschichten zu bringen. Auf diese Weise wird der ganze Düngerhaufen gleichmäßig durchfeuchtet, sämtliche Jauche vom Stallmist aufgenommen und kommt mit diesem zusammen in Form eines handlichen Düngemittels besser zur Geltung. Die Vorteile einer derartigen Stallmist-Gewinnung liegen so nahe, daß man im landwirtschaftlichen Großbetriebe von der Jauchendüngung gänzlich absieht.

Anders ist es im **Gartenbau**, dort ist die flüssige Düngung selbst während des Wachsthums der Pflanzen von großem Vorteil und leichter durchführbar. Es darf jedoch hierbei nicht außer Acht gelassen werden, daß die an Kali und Stickstoff reiche Jauche den Blattwuchs stark befördert, aber infolge des niedrigen Kalk- und Phosphorsäure-Gehaltes auf die Fruchtbildung von zu geringer Wirkung ist. Wird zur Jauche die fehlende Phosphorsäure hinzugefügt, so erhält man ein für viele Gartengewächse geeignetes Düngemittel. Die Jauche erleidet bei der Gährung ebenfalls wie der Stallmist bedeutende Stickstoff-Verluste. Aus diesem Grunde eignen sich von den ammoniakbindenden Stoffen am besten **Superphosphat** und die neuerdings billig zu habende **flüssige Phosphorsäure**, da hierdurch die fehlende Phosphorsäure zugeführt und zugleich der Stickstoff gebunden wird.

c) Die Bedeutung des Stallmistes als Düngemittel.

Ein Düngemittel hat folgenden Anforderungen zu genügen:

1. Besserung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens. (Physikalische Wirkung.)
2. Ersatz der Pflanznnährstoffe, welche dem Boden durch die Ernten entzogen werden. (Chemische Wirkung.)

Der Stallmist erfüllt beide zugleich, wir haben daher in ihm ein absolutes Düngemittel.

Die erstgenannte, die physikalische Wirkung des Stallmistes, ist eine vollständige.

Die Verwesung der organischen Substanzen bedingt eine gewisse Erwärmung und Lockerung im Boden und eine Vermehrung des Humus, welcher durch seine Eigenschaften zur Verbesserung der Bodenbeschaffenheit wesentlich beiträgt.

Auf rohem, unfruchtbaren Boden ist die Stallmist-Düngung unbedingt erforderlich, da derselbe neben sorgfältiger Bearbeitung hierdurch in den Zustand übergeführt wird, welchen man von jedem in guter Kultur befindlichen Ackerboden verlangt. Frischer strohiger Mist ist bedeutend reicher an verwesenden Stoffen, als lange gelagerter und verrotteter Mist, dieser wird daher den Boden stärker erwärmen und lockern, nassen dagegen mehr austrocknen. Der sich leicht zersetzende Pferdemist wirkt schneller als der Rindviehmist. Auf gut kultivierten Bodenarten kommt die physikalische Wirkung nicht so in betracht und können dieselben den geringer wirkenden, stark verrotteten Stallmist erhalten.

2. Die chemische Wirkung des Stallmistes ist keine ausreichende.

Der Stalldünger enthält alle drei in der Düngung zu zersetzenden Pflanzen-Nährstoffe: Kali, Phosphorsäure und Stickstoff. Die in der Tafel mitgeteilte Zusammensetzung läßt sofort erkennen, daß das Verhältnis von Phosphorsäure zu Kali und Stickstoff ein ungünstiges ist, es kommen auf 1 Phosphorsäure 2—3 Kali und 2—3 Stickstoff. Durch den Stalldünger wird daher dem Boden zu wenig Phosphorsäure zugeführt. In einem schnell wirkenden Düngemittel sollen die drei wichtigen Pflanzen-Nährstoffe in einer für die Pflanze leicht aufnehmbaren Form enthalten sein. Darnach steht der frische Stallmist dem verrotteten erheblich nach, da nur der geringste Teil leicht löslich ist und die Hauptmenge erst durch die weiter fortschreitende Verwesung in mineralische Verbindungen übergeht, welche die ausschließliche Nahrung der Pflanzen bilden. Der Stickstoff und nach diesem das Kali kommen im Stalldünger am schnellsten zur Wirkung.

Stellt man dem Nährstoff-Bedarf der ganzen Ackerfläche die Nährstoff-Summe entgegen, welche in der Gesamtmenge des Stallmistes enthalten ist, so ergiebt sich, daß der in der Wirtschaft gewonnene Stalldünger bei weitem nicht ausreicht, um den Nährstoffbedarf des Ackerlandes vollständig zu decken.

In den verkauften Produkten (Getreide, Rüben, Kartoffeln, Milch, Wolle, Vieh 2c.) werden bedeutende Mengen Kali, Phosphorsäure und Stickstoff ausgeführt. Der in der Wirtschaft verbliebene Teil der Ernteprodukte und Fabrik-Abfälle wird an das Vieh verfüttert und in Stalldünger verwandelt. Die dementsprechend den Feldern zugeführte Menge ist viel zu gering für einen vollständigen Ersatz der in den Ernten entzogenen Nährstoffmenge.

Im Wiesenheu und zugekauften Kraftfutter (Ölkuchen, Kleie 2c.) gelangt ein Teil der ausgeführten Nährstoffe wieder in die Wirtschaft zurück. Die hierdurch im Stallmist mehr gewonnene Nährstoffsumme ist am größten in Wirtschaften mit großem Viehstand und günstigem Wiesenverhältnis.

Selten dürfte die Höhe erreicht werden, welche den Kali- und Stickstoff-Bedarf fast vollständig deckt und nur für die Phosphorsäure einer Zufuhr bedarf. Keine Wirtschaft ist aber auf dem Standpunkt angelangt, durch alleinige Stallmist-Düngung einen ausreichenden Nährstoffersatz dauernd zu leisten. Ein derartiger Nährstoffverlust hat keine Nachteile, sobald die Wiesen durch Bewässerung und Überschwemmung alljährlich eine natürliche Düngung erhalten. Bedürfen aber die im Ertrage nachlassenden Wiesen ebenfalls einer Düngung, so geschieht die Bereicherung des Ackerlandes nur auf Kosten der Wiesen.

Aus den angeführten Gründen muß der durch den Stalldünger nicht gedeckte Nährstoffbedarf den Feldern durch andere Düngemittel zugeführt werden.

Dennoch ist der Stallmist für jede Wirtschaft das wichtigste Düngemittel. Er wird mit Recht als **Hauptdünger** bezeichnet, im Gegensatz zu den folgenden Düngemitteln, welche neben dem nicht ausreichenden Stallmist als **Hilfsdünger** zur Verwendung kommen.

Die **Stärke der Stallmist-Düngung** richtet sich:

1. nach der Beschaffenheit und Größe des zu verwendenden Vorrats,
2. nach dem Boden,
3. nach der beabsichtigten Dauer der Wirkung und
4. nach den anzubauenden Pflanzen.

Von diesen Bedingungen ist auch der 2, 3 bis 4 Jahre dauernde Zeitraum abhängig, für welchen der Acker die Stallmistmenge auf einmal erhält.

Im allgemeinen rechnet man **pro Hektar**:

15 000—25 000 kg als eine **schwache** Düngung,
30 000—40 000 „ als eine **mittlere** Düngung,
50 000—60 000 „ als eine **starke** Düngung.

B. Die menschlichen Exkremente.

Die Menge der Exkremente eines Menschen beträgt im Durchschnitt nach den Berechnungen von **E. Heiden***)

	1,200 kg Harn,
	0,133 „ Koth
zusammen	1,333 kg pro Tag,
	486,6 kg pro Jahr.

Ihr Nährstoffgehalt ist nur wenig von dem des Stallmists verschieden. Infolge ihrer breiigen, fast flüssigen Beschaffenheit lassen sie sich jedoch schwieriger handhaben und fortschaffen. Von seiten der Landwirtschaft wird der rationellen Verwendung dieser wertvollen Dungmassen ein viel zu geringes Interesse entgegengebracht. Nur in Japan und China werden die menschlichen Entleerungen mit peinlichster Sorgfalt gesammelt und in ausgedehnter Weise an Stelle des dort mangelnden Stalldüngers nutzbar gemacht.

*) Ed. **Heiden**, Lehrbuch der Düngerlehre, Hannover 1879.

Für größere Städte ist schon vom gesundheitlichen Standpunkte die Fortschaffung der sich in großen Mengen ansammelnden Auswurfsstoffe zu einer sehr brennenden Frage geworden; welche Interessen die Landwirtschaft an der Gewinnung eines geeigneten Düngemittels hat, kommt dabei erst in zweiter Linie in betracht.

Die Ansammlung in Senkgruben ist entschieden verwerflich, da in diesen die Desinfektion und Entleerung sehr erschwert ist. Für kleinere Städte ist die reinlichste und bequemste Gewinnung, in den Aborten verschließbare und leicht transportable Gefäße nach dem Heidelberger Tonnensystem aufzustellen.

In großen Städten hat sich das Fortspülen sämtlicher Fäkalien und Abwässer in unterirdischen Kanälen bewährt. Die Schwemmkanalisation genügt den Anforderungen an eine brauchbare Städte-Reinigung und hat nur Schwierigkeit in der schnellen Unterbringung der riesigen Massen von Spüljauche. Zur Reinigung der Spülwässer ist die Bewässerung und damit verbundene Düngung des Ackerlandes allen übrigen Verfahren mit chemischen und mechanischen Mitteln an Billigkeit und leichter Ausführung überlegen. Der Boden besitzt einerseits die Kraft gelöste und übelriechende Stoffe in großer Menge festzuhalten, das vom Felde ablaufende Wasser ist dann so rein, um es ohne Gefahr in die Flüsse zu leiten. Die Zersetzung der faulenden Stoffe nimmt im Boden unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft einen natürlichen Verlauf, bei welchem keine gefährlichen Krankheitsstoffe die Luft verderben können. Als Düngemittel von allgemeiner Bedeutung sind die stark verdünnten Spüljauchen nicht anzusehen. Ihre Verwendung erstreckt sich nur auf einen kleinen Kreis in der Nähe von kanalisierten Städten liegenden Wirtschaften auf besonders dazu vorbereiteten Feldern, welche eine Bewässerung oder Berieselung der Ackerflächen gestatten. Diese Rieselkulturen werden nach einem eigenen Betriebssystem bewirtschaftet, welches nur auf der Ausnutzung des Düngewerts der Spüljauche begründet ist und mehr den Zwecken der Städtereinigung durch Unterbringung großer Massen Spülwasser zu dienen hat. Diese von der allgemeinen Wirtschaftsart wesentlich verschiedene Düngung wirkt auch infolge reichlicher Bewässerung in trockenen Jahreszeiten außerordentlich günstig auf das Wachstum der Pflanzen. Die diesen Verhältnissen am meisten zusagenden Blattgewächse und Gemüse bringen ungewöhnlich hohe Erträge.

Ein größeres Interesse als Düngemittel haben die in Tonnen und Senkgruben gesammelten Abfuhrstoffe. Meist werden die Exkremente als solche in breiigen sehr wasserhaltigem Zustande abgefahren. Sie können zum Transport geeigneter gemacht werden durch Einstreu von Torfmüll in die Aborte. Hierdurch wird die Feuchtigkeit aufgesogen, und ein weniger stark riechender dem Stallmist ähnlicher Dünger gewonnen. Wo der flüssige Tonneninhalt nicht direkt auf den Feldern entleert werden kann ist derselbe auf den trockenen Stalldünger zu bringen oder mit Streumaterialien zu vermischen, wodurch ein leicht handlicher und wertvoller Stallmist gewonnen wird. Die Wirkung eines derartig zubereiteten Düngers ist dann dem Stallmist gleich.

C. Die zur Düngung geeigneten Abfälle.

Die in der Wirtschaft, dem Haushalt und in einzelnen Gewerben abfallenden tierischen und pflanzlichen Stoffe gehen früher oder später in Fäulnis über.

Dadurch veranlassen größere Anhäufungen gesundheitsschädliche Verunreinigungen, sodaß ihre Fortschaffung dringend geboten ist. Soweit dieselben nicht zur Fütterung der Tiere benutzt werden, liegt ihre zweckmäßigste Verwertung in der Anwendung als Düngemittel. Der Wert ist je nach dem Nährstoffgehalt ein sehr verschiedener.

Die Ölkuchen, die Rückstände der Ölgewinnung von Raps, Lein, Palmkernen, Erdnüssen rc. sind verhältnismäßig reich an den 3 wichtigen Nährstoffen Kali, Phosphorsäure und Stickstoff, jedoch in einer den Pflanzen nicht zusagenden Form. Erst nach erfolgter Zersetzung kommen sie langsam zur Wirkung. In dieser Beziehung stehen sie dem Stallmist bedeutend nach.

Wegen des hohen Futterwerts sind die Ölkuchen als Düngemittel viel zu kostspielig. Wirtschaften, welche viel von diesen geschätzten Kraftfuttermitteln zukaufen, erzielen dadurch von der Tierhaltung einen größeren Nutzen und gewinnen im Stalldünger eine größere Nährstoffmenge.

Diese doppelte Ausnutzung der Kraftfuttermittel ist von großem Vorteil, da nicht nur die Nährstoffe zum größten Teil in den Exkrementen erhalten bleiben, sondern auch mit diesen in leicht löslicher Form als Stalldünger gewonnen werden.

Das Gleiche ist von Malzkeimen, Fleischmehl und anderen Kraftfuttermitteln zu sagen.

Osmosewasser und Glutionslauge der Zuckerfabriken enthalten nur Kali und Stickstoff, es muß daher die fehlende Phosphorsäure durch andere Düngemittel gegeben werden. In ihrer Wirkung stehen sie der Jauche nahe und sind wie diese nur relativ wirkende Düngemittel. Ein Vermischen der eingedickten Laugen mit Torfmull bietet dieselben Vorteile, welche beim Abtrittdünger angeführt wurden.

Die Asche der Brennmaterialien enthält keinen Stickstoff, da die organische Substanz und die darin enthaltenen Stickstoffverbindungen durch Feuer zerstört werden. Die Wirkung wird hauptsächlich durch das Kali bedingt; Phosphorsäure ist nur in geringer Menge in derselben enthalten. Eine physikalische Wirkung auf den Boden besitzt sie nicht.

Am wertvollsten ist die Holzasche. Laubhölzer geben eine bessere Asche als Nadelhölzer. Torf- und Braunkohlenasche ist sehr geringwertig. Die Asche der Steinkohlen enthält die wenigsten Nährstoffe und ist ihrer vielen Schlacken wegen als Düngemittel ungeeignet. Viele Aschen enthalten schädliche Schwefelverbindungen, welche sich erst nach längerem Liegen an der Luft oxydieren und für die Pflanzenwurzeln ungefährlich werden. Asche wird am vorteilhaftesten im Herbst oder Winter zur Wiesendüngung verwendet. Die auch für die Felder brauchbare Holzasche wird selten rein und in größerer Menge gewonnen, seitdem nur noch in wenigen Gegenden das Holz ausschließliches Brennmaterial ist.

Diese hier angeführten Abfälle finden mit anderen zusammen ihre zweckmäßigste Ausnutzung bei der Bereitung des Kompost.

D. Der Kompost.

Das zur Kompost-Herstellung geeignete Material bilden hauptsächlich solche Pflanzenteile, welche zur Fütterung und Einstreu nicht recht brauchbar sind:

(Unkräuter, Kraut und Stengel von Kartoffeln, Tabak, Mohn ꝛc., Brechabfälle von Lein und Hanf, Gerstenkaff, Maiskolben, Sägespäne u. a.)

Gefallene Tiere und die beim Schlachten sich ergebenden Abfälle: (Fleisch, Knochen, Blut, Eingeweide, Haare, Federn ꝛc.) werden ebenfalls verwendet, und muß durch Zusatz von erdartigen Abfällen die Verwesung dieser Stoffe so geregelt werden, daß kein übler Geruch für die Umgebung entsteht. Ferner Moor- und Torf-Abfälle, Rasen- und Haideplaggen, Straßenkehricht, Teichschlamm, Asche, Bauschutt, Kalkschlamm der Zuckerfabriken ꝛc. An Stelle der beiden letzteren, wenn nicht vorhanden, ist ein Zusatz von Staubkalk vorteilhaft, da ein gewisser Kalkgehalt den Dungwert des Kompost erhöht, und der gebrannte Kalk die Zersetzung der organischen Stoffe beschleunigt.

Alle genannten Stoffe werden schichtenweis in Haufen gesetzt und zeitweise umgearbeitet, wobei durch Begießen der Kompost eine gewisse Feuchtigkeit erhalten soll. Hierzu sind besonders geeignet: Mistjauche, Abtrittsdünger, Osmosewasser, Glutionslauge ꝛc. Nach 1—2jährigem Lagern dürften die meisten Stoffe genügend zersetzt und der gewonnene Kompost von gleichmäßiger, lockerer Beschaffenheit sein.

Durch sorgfältiges Ansammeln und rationelle Kompostierung aller Abfälle werden eine große Menge Nährstoffe in ein wertvolles Düngemittel übergeführt. Der gut bereitete Kompost ist nach Stöckhardt gewissermaßen eine „Düngersparkasse", deren Bedeutung noch viel zu wenig erkannt ist.

Der Gehalt an Kali, Phosphorsäure und Stickstoff ist von der Zusammensetzung der verwendeten Stoffe abhängig und infolgedessen sehr verschieden. Gut bereiteter Kompost enthält die Nährstoffe in leicht aufnehmbarer Form. Liegt auch darin hauptsächlich sein Düngerwert, so ist seine günstige, physikalische Wirkung auf den Boden ganz bedeutend. Entsprechend dem Kalk- und Humusgehalt kommt sie meist der des stark verrotteten Stallmistes gleich.

2. Die relativen Düngemittel.

A. Gemengte Düngemittel.

a) Die Exkremente des Hausgeflügel.

Die Ausleerungen der Vögel bestehen nur aus Kot, da dieser Tierklasse die Nieren zur besonderen Abscheidung des Harns fehlen. Die Menge des in der Wirtschaft gewonnenen Vogeldungs ist verhältnismäßig gering, da sich die Tiere den Tag über im Freien aufhalten und nur der während des kurzen Aufenthalts im Stalle entleerte Kot gesammelt werden kann.

Von unseren Haus- und Nutzvögeln liefern Hühner und Tauben den wertvollsten Mist. Entsprechend der hauptsächlich aus Körnern bestehenden Nahrung sind die für sich allein gesammelten Kotmassen sehr reich an Nährstoffen. Aus den in der Tafel aufgeführten Wolffschen Zahlen ist zu ersehen, daß im Tauben- und Hühnerdünger der Kaligehalt doppelt, Stickstoff 3—4mal, Phosphorsäure 5—6mal so hoch ist als im gewöhnlichen Stalldünger. Infolgedessen wirkt er viel günstiger auf die Ernährung der Pflanzen. Die physikalische Wirkung des Stallmistes besitzt

er nicht. Die jährlich erzeugte Menge ist nur gering und von größerer Bedeutung für den kleinen Bedarf des Gartenbaus.

Gänse- und Entenmist ist sehr wässrig und zu arm an Nährstoffen, um allein als Düngemittel verwendet zu werden. Größere Mengen finden auf dem Komposthaufen einen geeigneten Platz.

b) Guano.

Die Bildung der Guanolager ging zum größten Teil aus den Exkrementen verschiedener Seevögel hervor. Nach den bisweilen 20 m mächtigen Ablagerungen ist auf große Scharen zu schließen, welche dort jahrhundertelang ihre Ruhe- und Brutstätte hatten. Eier und Leichen von Seevögeln finden sich als zahlreiche Einschlüsse im Guano. In geringerem Maße als die Vögel haben noch andere Tiere zur Bildung beigetragen, wie aus den gefundenen Leichen und Resten von Robben, Walrossen, Seehunden, Fischen ꝛc. hervorgeht.

In den regenlosen Gegenden erlitten einerseits die organischen Bestandteile keine oder nur geringe Zersetzung, andererseits konnten keine Stoffe gelöst und fortgewaschen werden. Der Stickstoff (4—8 pCt.) bleibt unter solchen Verhältnissen in denselben organischen Verbindungen enthalten, wie er sich in den frischen Exkrementen der Vögel vorfindet.

Längs der Küste von Peru und Chile, in einem überaus trockenen und warmen Klima liegen zahlreiche Inseln, deren Guanolager den als Peruguano bezeichneten Dünger liefern. Die wichtigsten Lagerstätten für Peruguano sind die jetzt abgebauten Chinchas-Inseln, die Lager auf Guanape, Ballestas, Punta de Labos, Pabellon de Pica, Huanillos und anderen Inseln.

Einige Inseln an der südwestlichen Küste von Afrika sind ebenfalls Fundorte für einen dem Peruguano ähnlich zusammengesetzten Guano, dessen bedeutendste Lager sich auf der Insel Ichaboe befinden.

Hierher ist auch der Fledermaus-Guano zu rechnen. Er findet sich in einzelnen Höhlen, welche von zahlreichen Fledermäusen Jahrhunderte lang bewohnt werden. Das Vorkommen dieses Guano ist jedoch von beschränkter Ausdehnung.

Fischguano ist ein Kunstprodukt, welches hauptsächlich in Norwegen aus den Abfällen vom Dorsch- und Walfischfang hergestellt wird. Diese sowie die in großen Massen gefangenen kleineren Fische werden nach vorherigem Dämpfen und Trocknen gemahlen. Das als braunes Pulver in den Handel kommende Düngemittel ist in dem Nährstoffgehalt von dem Peruguano wenig verschieden.

Der Peruguano, sowie die übrigen Guanosorten enthalten bedeutende Mengen Stickstoff und Phosphorsäure, aber nur wenig Kali. Wird ausschließlich mit Peruguano gedüngt, so muß nach einigen Jahren der Boden an Kali verarmen. Der Guano ist daher nur als ein Hilfsdünger für Stickstoff und Phosphorsäure zu betrachten. Das fehlende Kali ist durch kalireiche Düngemittel zu ersetzen.

Im Peruguano kommt der Stickstoff am schnellsten zur Wirkung, weniger löslich ist die Phosphorsäure. Um diese ebenfalls in leicht aufnehmbare Form überzuführen, wird der Guano mit Schwefelsäure aufgeschlossen.

Fischguano enthält den Stickstoff noch in Form von Fleisch und Leim, welche

erst nach erfolgter Zersetzung im Boden nutzbar werden. Fischguano ist am besten schon im Herbst auszustreuen.

B. Konzentrierte Düngemittel.

a) Stickstoffreiche Düngemittel.

Der Chilisalpeter kommt als Salpetergestein (Caliche) in Peru, Chile und Bolivia vor. In dem rohen Gestein sind 20—75 pCt. salpetersaures Natron enthalten. Das gebrochene salpeterhaltige Gestein wird ausgelaugt und aus der Lage krystallisiert der in den Handel kommende Chilisalpeter, welcher hauptsächlich aus 90—96 pCt. salpetersaurem Natron besteht, neben etwas Kochsalz, Sand und Wasser.

Der Stickstoff (15,5—16,0 pCt.) in Form von Salpetersäure ist sehr leicht löslich und kann sofort aufgenommen werden. Zur Kopfdüngung schwacher Saaten ist der Chilisalpeter sehr geeignet auf die Förderung des Wachstums. Seine überaus schnelle Wirkung ist stark in die Augen fallend, sodaß sich viele durch das Wachstum der Pflanzen blenden lassen und glauben, von diesem Düngemittel allein gute Erfolge zu haben. Es muß aber berücksichtigt werden, daß der Chilisalpeter dem Boden nur Stickstoff zuführt, während das Natron für die Ernährung der Pflanzen unbrauchbar ist. Dauernd reiche Erträge verlangen aber neben Stickstoff eine Zufuhr von Kali und Phosphorsäure.

Schwefelsaures Ammoniak. Bei der trockenen Destillation von Holz, Torf und Kohle bilden sich neben anderen flüchtigen Stoffen Ammoniak. In den Gasfabriken und Kokereien wird aus dem Gaswasser durch Sättigen mit Schwefelsäure und Krystallisation ein ziemlich reines Salz hergestellt, das 93 bis 95 pCt. schwefelsaures Ammoniak (20,5 pCt. Stickstoff) neben etwas Wasser und unschädlichen Verunreinigungen enthält.

Das schwefelsaure Ammoniak ist in Wasser leicht löslich, der im Ammoniak enthaltene Stickstoff wird teilweise direkt von den Wurzeln aufgenommen.

Einzelne rohe Produkte von schwefelsaurem Ammoniak enthalten einen Teil des Stickstoffs als Rhodanammonium. Größere Mengen sind für die Pflanzen schädliche Gifte. Durch Schumann und P. Wagner wurde der nachteilige Einfluß von rhodonhaltigem Ammoniak bei Kartoffeln, Gerste und auf Wiesen festgestellt. Maercker hat durch Anbauversuche nachgewiesen, daß ein Gehalt von 1 pCt. Rhodanammonium unschädlich ist. Jedenfalls sind Salze mit höherem Gehalt nur mit Vorsicht anzuwenden oder vom Ankauf ganz auszuschließen.

Weniger wertvoll sind Blut- und Hornmehl. Der Stickstoffgehalt ist niedriger als im Chilisalpeter und schwefelsaurem Ammoniak und im Gegensatz zu beiden in einer schwer löslichen Form vorhanden. Erst nach längerer Zersetzung im Boden werden sie zu einer für die Pflanzen brauchbaren Stickstoffnahrung aufgeschlossen.

Die Notwendigkeit des Stickstoff-Ersatzes ist bereits schon oben nachgewiesen worden. Selbst Wirtschaften mit intensiver Kultur können den Stickstoffbedarf des Bodens nicht vollständig durch Stallmist-Düngung decken. Eine Gabe von 40 bis 80 kg Stickstoff pro Hektar in Form von Chilisalpeter oder schwefelsaurem Ammoniak

wird daher stets mit sicherem Erfolge angewandt. Um so weniger können schwach gedüngte Bodenarten eine Stickstoff-Düngung entbehren.

Welches von den beiden wichtigsten stickstoffreichen Düngemitteln, Chilisalpeter oder schwefelsaures Ammoniak, den Vorzug verdient, läßt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden. In beiden ist der als Salpetersäure oder Ammoniak enthaltene Stickstoff ein leicht löslicher und direkt aufnehmbarer Pflanzennährstoff. Dennoch ist nicht zu bestreiten, daß der Chilisalpeter eine auffallend schnelle Wirkung besitzt, welche sich besonders bei der Kopfdüngung schwacher Saaten an dem üppigen Wachstum der Pflanzen bemerkbar macht. Der Salpeter wird aber leichter in den Untergrund gewaschen, wo er nur den tiefer wurzelnden Pflanzen zu Gute kommt oder mit dem Drainwasser fortgeführt und dem Acker verloren geht. Das Ammoniak wird hingegen vom Boden mit großer Kraft festgehalten und bleibt mehr in der Ackerkrume zurück. Da ein Teil des Ammoniak-Stickstoffs im Boden in Salpetersäure übergeführt wird, ist die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks eine zwar langsamere aber gleich günstige wie beim Chilisalpeter. Aus diesem Grunde ist das schwefelsaure Ammoniak möglichst zeitig, am besten schon im Herbst zu geben Düngungsversuche mit der gleichen Stickstoffmenge ergab bei schwefelsaurem Ammoniak keinen wesentlichen Unterschied zwischen den durch Chilisalpeter bewirkten Erträgen; zuweilen fielen die Mehrerträge zu Gunsten des ersteren aus. Im allgemeinen wird man sich für das von beiden Salzen entschließen, welches sich am billigsten stellt und den jeweiligen Verhältnissen am meisten zusagt.

b) Phosphorsäurereiche Düngemittel.

1. Rohphosphate.

Das Vorkommen der Phosphorsäure in der Natur ist sehr mannigfaltig. Die bedeutendsten Quellen für dieses Düngemittel sind:

Die tierischen Knochen enthalten im trockenen Zustande 60—63 pCt. phosphorsauren Kalk neben 25—30 pCt. organischer Substanz. Nachdem Fett und Leim ausgezogen ist, werden die Knochen durch Dämpfen unter Hochdruck in ein feines Pulver verwandelt. Das gedämpfte Knochenmehl mit ca. 23 pCt. Phosphorsäure und 4 pCt. Stickstoff wird als wirksames Düngemittel sehr geschätzt. Knochenkohle und Knochenasche dagegen enthalten keinen Stickstoff.

Guano, welcher in einem regenreicheren Klima liegt, erleidet eine weitgehende Zersetzung der organischen Substanz. Die leicht löslichen Kali- und Stickstoffverbindungen werden vom Regen fortgespült, sodaß nur phosphorsaurer Kalk mit wenig Verunreinigungen zurückbleibt.

Die wichtigsten phosphorsäurereichen Guanosorten sind nach ihren Fundorten benannt:

Baker-, Jarvis-, Malden- und Starbuck-Guano von den gleichnamigen Inseln im Stillen Ocean.

Mejillones-Guano bildet ein reiches Lager auf der so benannten Felsen-Halbinsel der Küste von Bolivia.

Sombrero-Guano findet sich auf einigen Inseln Westindiens.

Diese Guanosorten sind meist von lockerer, erdiger Beschaffenheit, bis auf

die unteren Schichten, welche eine steinharte Beschaffenheit besitzen und ein vorheriges Mahlen erfordern.

In mineralischer Form findet sich phosphorsaurer Kalk als Apatit und Phosphorit. Letztere sind mehr oder weniger als verunreinigte Apatite anzusehen und kommen an einzelnen Orten in so großer Mächtigkeit vor, daß ihre Gewinnung bergmännisch betrieben wird. Deutschlands größtes Lager liegt in Nassau an den Ufern des Lahn- und Dillflusses. Die in dem weichen lettenartigen Gestein liegenden Phosphorite werden ausgewaschen und besitzen einen Gehalt an phosphorsaurem Kalk von 30—75 pCt. Spanien hat in Estremadura bei Ligrosan und Caceras felsartige Phosphoritlager von gewaltiger Ausdehnung. In Rußland kommen am Dniester im Thonschiefer kugelrunde Phosphorite mit strahligem Gefüge vor. Amerika hat in Kanada und Süd-Karolina größere Lager.

Coprolithen und Osteolithen sind versteinerte Exkremente und Knochen vorweltlicher Tiere, welche ebenfalls in ganz bedeutenden Lagern vorkommen und sich in der chemischen Zusammensetzung wenig von den Phosphoriten unterscheiden.

Thonerde-Phosphat ist von den obengenannten dadurch wesentlich verschieden, daß die Phosphorsäure nicht an Kalk, sondern an Thonerde gebunden ist. In Westindien sind einige Fundorte für natürliches Thonerde-Phosphat. Kladno-Phosphat ist kein Naturprodukt, sondern wird auf der Adalberthütte bei Kladno in Böhmen bei der Aufbereitung phosphorhaltiger Eisenerze als Nebenprodukt gewonnen.

Die Thomas-Schlacke ist ein billiges Phosphorsäure-reiches Düngemittel, welches in kurzer Zeit eine große Bedeutung erlangt hat. Nach dem Verfahren von Thomas-Gilcharst wird das phosphorhaltige Roheisen, welches in diesem Zustande zur Gewinnung von Schmiedeeisen und Stahl ungeeignet ist, durch den basischen Bessemer Prozeß in einen reinen, für alle Zwecke brauchbaren Stahl (Flußeisen) umgewandelt. Die Wände des hierbei in Anwendung kommenden Converter werden mit basischen Kalk-Magnesia- (Dolomit) Ziegeln ausgefüttert, welche die Phosphorsäure des Roheisens aufnehmen Die hierbei fallende Schlacke und das mit Phosphorsäure gesättigte Ofenfutter repräsentieren die Thomasschlacke. Diese Schlacken enthalten 18—20 pCt. Phosphorsäure neben viel Kalk, Magnesia, Kieselsäure und Eisen als Metall und Oxydul. In diesem rohen Zustande sind die Eisenverbindungen den Pflanzen schädlich Nach längerem Liegen an der Luft oder durch Rösten wird das Eisen in die Oxydverbindung übergeführt, welche keinen schädlichen Einfluß auf das Pflanzen-Wachstum besitzt.

Die vorgenannten Phosphate enthalten die Phosphorsäure als dreibasisch phosphorsauren Kalk, welcher in Wasser unlöslich ist. Ein kleiner Teil ist in citronensaurem Ammoniak löslich und als bodenlösliche Phosphorsäure zu betrachten, da sie von den Pflanzen direkt aufgenommen werden kann. Rohphosphate und in neuester Zeit besonders die Thomasschlacke werden auf Sand- und Moorboden mit gutem Erfolge angewendet. Infolge der nur langsamen Wirkung ist es erforderlich, dieselben schon im Herbst unterzupflügen und genügend Zeit zur Zersetzung zu lassen. Eine Beigabe von Kalisalzen, Chilisalpeter und schwefelsaurem Ammoniak bewirkt eine schnellere Aufschließung der Phosphorsäure, wie aus den nachstehenden Untersuchungen ersichtlich. „Über das Verhalten einiger schwer löslichen Phosphate im Moorboden und gegen Lösungs-

mittel" berichtet Prof. M. Fleischer in den Landw. Jahrbüchern 1883 S. 129. Im Anschluß hieran folgen einige Versuche von Kißling über den Einfluß gewisser Salze auf das Aufschließungs-Vermögen des Moorbodens für schwerlösliche Phosphate. 100 g lufttrockenes Moor lösten Phosphorsäure in Grammen:

Zugesetzte Salze	Heidehumus	Moostorf
Ohne Zusatz	0,51	0,74
Schwefelsaures Kali .	0,83	0,92
Chlorkalium	0,72	0,90
Kainit	0,67	0,72
Chilisalpeter	0,58	0,84
Gips	0,46	0,53

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, daß die Kalisalze das Lösungsvermögen des Moorbodens bedeutend erhöhen, Gips dagegen vermindert. Weitere Versuche ergaben, daß schwefelsaures Kali für sich allein bis 25 pCt. Phosphorsäure zu lösen vermag. In dieser Einwirkung der Kalisalze liegt ein großer Vorteil, indem billige Phosphate in erhöhtem Maße verwendet und ausgenutzt werden können.

Stark verunreinigte Rohphosphate werden in einzelnen Fabriken zu reinem phosphorsauren Kalk verarbeitet. Diese als gefällte Phosphate oder Präcipitate bezeichneten Düngemittel sind infolge des fein verteilten, gefällten phosphorsauren Kalks zum größten Teil bodenlöslich und wertvoller als Rohphosphate.

2. Superphosphate.

In den meisten Fällen ist es erwünscht, eine schnell wirkende leicht lösliche Phosphorsäure anzuwenden. Dies wird durch Aufschließen reiner Phosphate mittels Schwefelsäure erreicht. In den so hergestellten Superphosphaten sind zwei Teile Kalk an Schwefelsäure zu Gips gebunden, die gesamte Phosphorsäure ist dann als ein basisch phosphorsaurer Kalk in Wasser leicht löslich. Je nach dem verwendeten Rohprodukt enthalten die Superphosphate 15 bis 20 pCt. wasserlösliche Phosphorsäure. Der Ursprung der verwendeten Phosphate ist gleichgültig, da jetzt nur nach dem Gehalt an löslicher Phosphorsäure der Preis gestellt und unter Kontrolle der Versuchs-Stationen gekauft wird.

Durch Aufschließen hochprozentiger Phosphate mit flüssiger Phosphorsäure wird ein Doppel-Superphosphat hergestellt, welches bis zu 42 pCt. wasserlösliche Phosphorsäure enthält. Da sie fast nur aus reinem sauren phosphorsauren Kalk bestehen, so besitzen sie nicht die Nachteile der gewöhnlichen Superphosphate, welche eine größere Menge Gips als unnützen Ballast enthalten, und bei längerem Aufbewahren zurückgehen Es geht nämlich ein Teil der wasserlöslichen Phosphorsäure in die zweibasische Verbindung zurück, welche im Wasser unlöslich ist und nicht mehr denselben Wert besitzt.

Wo es sich um schnelle Wirkung und die Erzielung einer guten Qualität handelt, ist die wasserlösliche Phosphorsäure stets der anderen vorzuziehen. Aus diesem Grunde können die Superposphate noch mit Vorteil im Frühjahr kurz vor der Saat gegeben werden. Die günstigen Erfolge mit Superphosphat-Düngung sind bekannt. Die Menge der anzuwendenden Phosphorsäure richtet sich nach dem Bedarf der einzelnen Gewächse, welcher aus der Düngetafel zu ersehen ist. Neben Stallmistdüngung ist in zweiter und dritter Frucht pro Hektar zu geben:

30—60—100 kg Phosphorsäure, entsprechend
150—300—500 kg Superphosphat mit 20 pCt. Phosphorsäure.

Von den langsamer wirkenden Rohphosphaten ist dann die 1½—2fache Menge Phosphorsäure anzuwenden und im folgenden Jahre auf eine Nachwirkung zu rechnen.

Eine für die Pflanzenernährung ganz besonders geeignete Form sind die Salze der Phosphorsäure mit Kali und Ammoniak. Phosphorsaures Kali und phosphorsaures Ammoniak sind beide in Wasser leicht löslich. Neben der leicht aufnehmbaren Phosphorsäure werden durch diese Salze gleichzeitig die beiden anderen wichtigen Nährstoffe, Kali und Stickstoff, zugeführt. Nicht zu verwechseln sind diese Düngemittel mit Kali- und Ammoniak-Superphosphat. Die letzteren sind nur Mischdünger von Superphosphaten und Kalisalz oder schwefelsaurem Ammoniak, welche alle Nebenbestandteile (schwefelsaure und chlorhaltige Verbindungen) enthalten. Phosphorsaures Kali und -Ammoniak sind reine nur aus Phosphorsäure, Kali und Ammoniak bestehende Salze.

c) Kalireiche Düngemittel.

Gewinnung und Zusammensetzung der Kalisalze.

Mit Entdeckung der großen Salzlager von Staßfurt und Umgegend wurde in den Mutterlaugensalzen ein unermeßlicher Reichtum an Kali erschlossen. Bei der Bildung dieser Salzlager schied sich zuerst das in größter Menge im Meerwasser gelöste Chlornatrium (Kochsalz, Steinsalz) aus. Später setzten sich die in der Mutterlauge gelöst gebliebenen Kali- und Magnesiasalze über dem Steinsalz ab. Bei Eröffnung der Salzbergwerke in Staßfurt zu Anfang der 60er Jahre richtete sich der Abbau nur auf Steinsalz; die Kalisalze, das Hangende, waren hierbei wertlos, wurden auf Halden gestürzt und erhielten deshalb den Namen Abraumsalze.

Die Quellen für das in der Industrie gebrauchte Kali waren bisher die Holzasche, Rübenmelasse und andere wenig Kali enthaltende Produkte. Die aus diesem Material gewonnene Potasche erwies sich als geringwertig und für die zu jener Zeit im Aufblühen begriffene Industrie bei weitem nicht als ausreichend. Ebenso konnte dem Boden für das ihm entzogene Kali, einen der wichtigsten Pflanzennährstoffe, kein voller Ersatz geleistet werden, da Land- und Forstwirtschaft die zu Industriezwecken erforderliche Potasche liefern mußten. Bald erkannte man, welchen großen Schatz die Abraumsalze in dem wertvollen Kali besitzen. Nachdem sich dadurch den Kalisalzen ein weites Absatzgebiet eröffnete, wurden behufs bergmännischer Ausbeutung mehrere Kalisalz-Lager in Staßfurt und Umgebung aufgeschlossen.

Für die Zwecke der Düngung sind folgende Salze zu beachten:

Der Carnallit ist das in der größten Mächtigkeit vorkommende Kalisalz. In der reinsten Form ist er ein wasserhelles, derbes Mineral mit starkem Fettglanz und muscheligem Bruch.

Er besitzt die chemische Formel

$KCl + MgCl_2 + 6H_2O$ und besteht aus

26,76 pCt. Chlorkalium,
34,50 pCt. Chlormagnesium,
38,74 pCt. Wasser.

In Wasser ist er leicht löslich und bei längerem Liegen an der Luft zerfließlich, infolge des hohen Gehalts an Chlormagnesium, welches die Feuchtigkeit der Luft begierig aufsaugt. Die weniger reinen Varietäten sind gelb, rot und violett gefärbt. In der Carnallitregion findet sich ein Gemenge dieses Minerals mit Steinsalz und Kieserit. Der Kieserit ist ein weißes, dichtes und körniges Mineral. Zusammengesetzt nach der Formel:

$Mg\,So_4 + H_2\,O$ und besteht aus:

86,96 pCt. schwefelsaurer Magnesia und
13,04 „ Wasser.

In der Grube werden von dem losgesprengten Salz die größten Steinsalz- und Kieseritstücke ausgeklaubt, so daß der zu Tage geförderte Carnallit aus einem Gemenge von:

60—63 pCt. Carnallit,
13—15 „ Kieserit und
21—24 „ Steinsalz besteht.

In gemahlenem Zustande ist dies Rohsalz ein feines Pulver, welches nach längerem Lagern weder an der Luft zerfließt noch erhärtet. In dieser Form mit 15—16 pCt. Chlorkalium (9—10 pCt. Kali) wird er zu Dünge- und Badezwecken verwendet.

Der Kainit ist ein kalireicheres Mineral, kommt aber in viel geringerer Ausdehnung vor als der Carnallit.

Die reinsten Stücke sind weiß bis hellgrau und krystallinisch.

Er besitzt die Formel:

$KCl + Mg\,So_4 + 3\,H_2\,O$ und besteht aus:

29,98 pCt. Chlorkalium,
48,29 „ schwefelsaurer Magnesia und
21,73 „ Wasser.

Der geförderte Kainit wird ebenfalls von den größten Steinsalzbänken befreit und besteht dann immer noch aus:

64—67 pCt. Kainit und
28—32 „ Steinsalz.

Der gemahlene Kainit enthält 19—22 pCt. Chlorkalium (12—14 pCt. Kali), ist ebenfalls leicht löslich, aber nicht zerfließlich an der Luft. Er besitzt die Eigenschaft, bei längerem Lagern in feste Klumpen zu erhärten, welche sich ohne Mühlen schwer zerkleinern lassen. Dieser Übelstand wird nach Prof. Fleischers Vorschrift durch einen Zusatz von 2 pCt. Torfmull beim Mahlen vermieden.

Neben diesen beiden landwirtschaftlichwichtigsten Mineralien sind noch Polyhalit und Krugit zu erwähnen. Die letzteren bestehen in reinem Zustande aus

schwefelsaurem Kali, schwefelsaurer Magnesia, schwefelsaurem Kalk und Wasser. Diese bis jetzt nur in geringer Menge gefundenen Salze sind ebenfalls mit Steinsalz vermischt. Ihres spärlichen Vorkommens wegen finden sie nur auf einen kleinen Kreis beschränkte Anwendung und sind daher keine Kali-Düngemittel von allgemeiner Bedeutung.

Die übrigen Mineralien der Staßfurter Salzlager sind als Düngemittel ungeeignet und besitzen nur ein wissenschaftliches Interesse.

Die Verwendung der Kalisalze beschränkte sich jedoch nicht allein auf die beiden natürlichen Bergprodukte Kainit und Carnallit, sondern es zeigte sich bald das Bestreben für Landwirtschaft und Industrie reine, konzentrierte Kalisalze herzustellen, welche frei von minderwertigen Nebenbestandteilen sind und bei hohem Kaligehalt geringere Frachtkosten verursachen. Infolgedessen entwickelte sich neben den Kalisalzbergwerken eine ausgedehnte Industrie zur Verarbeitung des Carnallit und Kainit.

Der grobgemahlene Carnallit wird in eisernen Kesseln unter Zusatz von Chlormagnesium-Lauge mit Dampf gelöst, wobei Steinsalz und Kieserit zurückbleiben, dagegen das Chlorkalium in Lösung geht. Aus der geklärten Lösung krystallisiert beim Erkalten Chlorkalium, dies wird durch Auswaschen mit Wasser von der anhaftenden Lauge und Kochsalz befreit und in Flammenöfen getrocknet. Je nach der Arbeitsweise wird ein Produkt von 80—98 pCt. Chlorkalium gewonnen.

Neben dieser auf allen Werken durchgeführten Chlorkalium-Gewinnung wird auf den Consolidirten Alkaliwerken in Westeregeln der fein gemahlene Carnallit nach einem besonderen Verfahren unter stetem Rühren mit kalter Lauge behandelt. Hierbei wird das Chlorkalium in feiner Verteilung ausgefällt, sodann in Centrifugen von der Lauge befreit und getrocknet. Auf diese Weise wird ein Produkt gewonnen mit einem Gehalt von 80—85 pCt. Chlorkalium neben 6—10 pCt. schwefelsaurer Magnesia. Dieses Chlorkalium, Fertilizer genannt, ist für industrielle Zwecke nicht brauchbar, dagegen haben zur Düngung die darin enthaltenen Magnesiasalze einen größeren Wert als das Kochsalz im erstgenannten Chlorkalium. Der etwas billigere Fertilizer wurde infolgedessen in kurzer Zeit ein sehr beliebtes Kali-Düngemittel.

Aus dem bei der Klärung der Carnallit-Lösung abfallenden Schlamm werden zwei Kalidüngesalze gewonnen mit 44 resp. 25 pCt. Chlorkalium. Beide Salze sind geringwertiger als das Chlorkalium, haben dagegen einen höheren Kaligehalt und somit einen größeren Düngewert als der Kainit. In ihrer Zusammensetzung stehen sie dem Kainit sehr nahe, da sie neben Chlorkalium schwefelsaure Magnesia und Kochsalz enthalten.

Der aus der Analyse sich ergebende Kaligehalt (27 u. 15 pCt.) wird oft auf schwefelsaures Kali berechnet, und findet man dementsprechend für Kainit und Düngesalz die Bezeichnung rohes schwefelsaures Kali und rohe schwefelsaure Kali-Magnesia. Eine derartige Benennung ist durch nichts gerechtfertigt und kann leicht zu Irrtümern Anlaß geben. In diesen Salzen ist thatsächlich das Kali als Chlorkalium enthalten, worauf hier ganz besonders hingewiesen wird. Ebenso begegnet man noch vielfach einer veralteten Bezeichnung für die Produkte der Carnallit-Verarbeitung. Ausgehend von dem Rohmaterial,

dem Carnallit mit 15 - 16 pCt. Chlorkalium, bezeichnete man das niedrige 25 prozent. Düngesalz als 2 fach, das hohe 44 prozent. als 3 fach und das 80 prozent. Chlorkalium als 5 fach konzentriertes Kalisalz

Alle genannten Salze werden nach dem durch chemische Untersuchung festgestellten Kaligehalt verkauft.

Für viele Zwecke genügt es jedoch nicht allein dem Boden eine bestimmte Menge Kali zuzuführen, sondern es kommt unter den weiter unten näher zu erläuternden Verhältnissen darauf an, das Kali in einer möglichst reinen Form anzuwenden, welches keine Chlorverbindungen enthält. Aus diesem Grunde sind den chlorhaltigen Kalisalzen in mancher Beziehung die reinen schwefelsauren Salze überlegen.

Wie schon oben gesagt bleibt beim Lösen des Rohcarnallit Steinsalz und Kieserit zurück. Dieser Löserückstand wird in mit Siebboden versehenen Gefäßen mit kaltem Wasser ausgewaschen, wobei ein Teil des Steinsalz in Lösung geht und der Kieserit fortgeschlämmt wird. Der feinkörnige Kieserit ist in kaltem Wasser unlöslich, setzt sich daher ähnlich wie die Stärke in Absatzkästen zü Boden, während die Steinsalzlösung fortfließt. Der feuchte Kieserit wird gedeckt und ist nach dem Darren ein feines, trockenes Pulver. Der gedarrte Kieserit besteht aus 80 bis 90 pCt. schwefelsaurer Magnesia. Der Kieserit enthält kein Kali und die schwefelsaure Magnesia besitzt für sich allein als direktes Düngemittel nur wenig wert, da in den meisten Bodenarten für den geringen Magnesia-Bedarf der Pflanzen eine ausreichende Menge vorhanden ist. Der Düngewert des Kieserit beruht in der indirekten aufschließenden Wirkung auf die unzersetzten Gesteinsreste im Boden. Von großer Wichtigkeit ist der Kieserit bei Herstellung der folgenden schwefelsauren Kalisalze.

Das schwefelsaure Kali (Sulfat) wird aus reinem Chlorkalium und Kieserit oder aus Kainit gewonnen Das nach dem in Westeregeln üblichen und anderen nassen Verfahren hergestellte Sulfat besitzt eine große Reinheit und kommt als feines, trockenes Pulver mit einem nicht 0,5 pCt. überschreitenden Chlorgehalt in den Handel. An schwefelsaurem Kali enthält es 90—98 pCt.

Die schwefelsaure Kali-Magnesia wird teils auf gleiche Weise, wie das vorgenannte schwefels. Kali, teils durch direkte Verarbeitung des Kainit gewonnen. In trockenem Zustande enthält sie:

48—50 pCt schwefelsaures Kali,
32—36 „ schwefelsaure Magnesia,

neben 2—5 pCt. minderwertigem Kochsalz.

Die beiden genannten auf nassem Wege hergestellten Kalisalze sind in Wasser löslich und vollständig neutral, zum Unterschied von dem Sulfat, welches nach dem Leblancschen Sulfat-Prozeß aus Chlorkalium mittels Schwefelsäure hergestellt wird. Dieses Sulfat enthält stets bedeutende Mengen saures schwefelsaures Kali, welches wegen seiner überschüssigen Säure den Pflanzenwurzeln schädlich ist.

Über die chemische Zusammensetzung der genannten wichtigsten Kali-Düngemittel giebt die in der Düngetafel aufgeführte Zusammenstellung von Produkten der Consolidierten Alkaliwerke in Westeregeln genauen Aufschluß. Um den durchschnittlichen Gehalt an den einzelnen Salzen kennen zu lernen, sind in

der auf Seite 43 mitgeteilten Tabelle die Analysen auf die entsprechenden Verbindungen, wie sich dieselben thatsächlich in den verschiedenen Kali-Düngemitteln vorfinden, umgerechnet worden.

Mittlerer Gehalt an einzelnen Salzen der wichtigsten kalireichen Düngemittel.

Durchschnitts-Zahlen von Produkten der
Consolidirten Alkaliwerke in Westeregeln,
berechnet nach den Untersuchungen von Dr. E. Wagner und E. Lierke.

In 100 Teilen sind enthalten	Garantierter Kali-Gehalt K_2O	Schwefelsaures Kali K_2SO_4	Chlorkalium KCl	Chlornatrium $NaCl$	Chlormagnesium $MgCl_2$	Schwefelsaure Magnesia $MgSO_4$	Schwefelsaurer Kalk (Gips) $CaSO_4$	Unlöslich in Wasser	Wasser	Ammoniakbindende Magnesiasalze
I. Reine schwefelsaure Salze:										
Schwefelsaures Kali	48,6	98,4	—	—	0,3	0,5	—	0,2	0,6	—
Schwefelsaure Kali-Magnesia . .	26,0	50,4	—	2,5	—	34,9	—	0,6	11,6	34,9
Gedarrter Kieserit (schwefelsaure Magnesia) Ia 75—80 pCt. . .	—	—	—	0,3	—	81,2	—	17,5	1,0	81,2
Gedarrter Kieserit (schwefelsaure Magnesia) IIa 70—75 pCt. . .	—	—	—	0,6	—	72,4	—	15,9	11,1	72,4
II. Chlorreiche Salze:										
a) Produkte der Carnallit-Verarbeitung:										
Chlorkalium 90—98 pCt. . . .	56,8	—	91,7	7,2	0,2	0,3	—	0,2	0,6	—
„ 80—85 „ . . .	50,5	—	83,5	14,7	0,3	0,4	—	0,2	1,1	—
Fertilizer 80-85 pCt.	50,5	—	82,5	4,8	1,2	6,6	—	1,6	3,5	6,6
Chlorkalium Abfallsalz hochproz.	27,0	—	44,5	12,4	4,6	22,5	2,9	5,3	7,8	27,1
„ „ niedrigproz.	15,0	—	25,6	10,3	6,3	31,1	3,5	10,6	12,6	37,4
b) Bergprodukte:										
Kainit	12,5	—	20,5	29,8	1,1	30,9	1,8	1,1	14,8	32,0
Carnallit	9,5	—	15,5	22,4	21,5	12,1	1,9	0,5	26,1	33,6

Die übrigen als Kali-Düngemittel in betracht kommenden Stoffe besitzen nur eine untergeordnete Bedeutung.

Die bereits bei den Abfällen erwähnte Holzasche enthält neben 2—3 pCt. Phosphorsäure 6—10 pCt. Kali, noch nicht so viel als im Carnallit, dem billigsten

Kalisalz, enthalten ist. Nur in wenigen Gegenden dient das Holz als ausschließliches Brennmaterial, sodaß sich die Anwendung der Holzasche auf einen kleinen Kreis der Landwirtschaft beschränkt, wo sie mit Vorteil benutzt werden kann. Die Asche von Torf, Braun- und Steinkohlen ist wegen des geringen Dungwerts und der schädlichen Schwefelverbindungen für Düngezwecke ausgeschlossen.

Der Feldspat ist ein wenig geeignetes und geringwertiges Dungmittel. Der Kali-Feldspat und feldspatreiche Gesteine enthalten 3—11 pCt. Kali als kieselsaures Kali. In dieser unlöslichen Form findet sich das Kali im Ackerboden; erst durch langsam fortschreitende Verwitterung wird das darin vorhandene Kali aufgeschlossen und für die Pflanzen nutzbar gemacht. Eine Düngung, selbst mit feingemahlenem Feldspat, würde dem Boden nur unverwitterte Gesteinreste zuführen, den Pflanzen damit aber keine schnell und vollständig brauchbare Nahrung bieten. Aus diesen Gründen sind in der landwirtschaftlichen Praxis mit derartigen unlöslichen Kali-Düngemitteln noch keine nennenswerten Resultate erzielt worden und dürfte wohl weiteren Versuchen in dieser Richtung die Verwendung von Carnallit und Kainit vorzuziehen sein, weil in diesen Salzen eine größere Menge Kali in sofort aufnehmbarer Form äußerst billig zu beschaffen ist.

Wirkung und Anwendung der Kalisalze.

Die Staßfurter Kalisalze sind die wichtigsten kalireichen Düngemittel, sodaß auf deren Wirkung und rationelle Anwendung etwas näher eingegangen werden soll.

Aus der Düngetafel ersieht man, daß sämtliche Gewächse von den drei wichtigsten Nährstoffen das Kali in größter Menge gebrauchen.

In wenigen Wirtschaften wird durch den Stalldünger der Kali-Bedarf der Pflanzen annähernd gedeckt. Das noch fehlende Kali ist dann durch die oben angeführten Kalisalze zu ersetzen. Einzelne Bodenarten sind an und für sich sehr arm an Kali, so der Sand- und Moorboden, andere enthalten wohl eine größere Menge Kali, aber in unlöslicher Form von schwer verwitternden Gesteinresten. Derartiger Boden verlangt einen vollen Kali-Ersatz und wird sich gegen Kalidüngung ganz besonders dankbar zeigen.

Die einzelnen Kalisalze sind untereinander sehr verschieden, so daß der Erfolg in erster Linie von der richtigen Auswahl des passendsten Salzes abhängig ist.

Die reinen schwefelsauren Salze (schwefelsaures Kali, schwefelsaures Kali-Magnesia, Kieserit) sind für alle Pflanzen mit gleich gutem Erfolge zu verwenden.

Die chlorreichen Salze wirken auf die Beschaffenheit einzelner Pflanzen schädlich, müssen daher vermieden und durch schwefelsaure Salze ersetzt werden.

Bei Tabak macht ein hoher Chlorgehalt in den Blättern die daraus gewonnenen Tabake schwer verbrennlich. Wie deutlich der Einfluß der Düngung ist, geht aus den Versuchen von Prof. J. Neßler*) hervor.

*) Landw. Versuchsstationen 1883.

Im Durchschnitt vieler Versuche zeigten die Tabakblätter:

Bei einer Düngung mit	Glimmdauer in Sekunden	pCt. Chlor in der Asche
Ungedüngt	24	fehlt
Stallmist	11	1,61
Chlorkalium	12	1,58
Schwefelsaures Kali	39	1,05
Salpetersaures Kali	42	1,11

Einen weiteren Düngungsversuch stellte W. H. Jordan*) an, indem er in 12 Kästen je eine Tabakpflanze setzte und mit den in der Tabelle angegebenen Düngemitteln versah.

Nr.	Düngung	Ernte an trockenen Blättern in Grammen	pCt. Chlor in der Asche
1	Ungedüngt	66,0	0,64
2	Ungedüngt	62,9	0,36
3	Gips	51,8	0,36
4	Stalldünger	122,0	1,10
5	Schwefelsaures Ammoniak	75,0	0,60
6	Superphosphat	101,5	0,35
7	Chlorkalium	60,8	**20,00**
8	Schwefelsaures Kali	82,8	**0,50**
9	Superphosphat und Chlorkalium	130,0	11,20
10	do. und schwefelsaures Kali	123,5	0,46
11	Superphosphat und schwefelsaures Ammoniak und Chlorkalium	163,6	9,64
12	Superphosphat und schwefelsaures Ammoniak und schwefelsaures Kali	141,6	0,55

Aus beiden Versuchen läßt sich auf die schädliche Wirkung des Chlors mit Sicherheit schließen. Eine einseitige Düngung mit nur einem Nährstoff brachte, wie nicht anders zu erwarten, keine wesentliche Ertragssteigerung gegen ungedüngt. Schwefelsaures Kali mit Phosphorsäure und Stickstoff bewirkte einen höheren Ertrag als Stalldünger. Wenn auch Chlorkalium höhere Erträge gab als schwefelsaures Kali, so ist doch wegen des zu hohen Chlorgehalts (20 pCt.) dieses Salz von der Tabakdüngung auszuschließen.

Bei Kartoffeln und Zuckerrüben zeigt sich ebenfalls ein schädlicher Einfluß der Chlorverbindungen auf den Stärke- resp. Zuckergehalt der geernteten Früchte. Diese Wirkung tritt aber nur dann auf, wenn die betreffenden Düngemittel kurz vor der Saat auf das Feld gebracht werden. Wird aber Carnallit, Kainit,

*) Report of the Pennsylvania State College 1884 S. 49—55. — Agrikult.-chem. Centralblatt 1885 S. 598.

Chlorkalium oder das chlorreiche Abfallsalz längere Zeit vor der Aussaat im frühen Herbst angewandt, so werden die schädlichen Chlorverbindungen in den Untergrund gewaschen und den Pflanzenwurzeln entzogen.

„Über den Einfluß früher oder später Düngung mit Kainit auf den Stärkemehlgehalt der Kartoffeln" berichtet Prof. Fleischer im Anschluß an folgenden Versuch von A. Salfeld:*)

Auf Hochmoorboden wurden 4 gleiche Parzellen mit gefälltem Phosphat und Chilisalpeter gedüngt. Außerdem erhielt:

Parzelle 2 im September
" 3 im Dezember
" 4 vor dem Pflanzen Kainit.

Der Ertrag wurde durch Kainit-Düngung um das dreifache erhöht gegenüber der Parzelle 1 ohne Kali. Die Quantität der drei mit Kainit gedüngten Parzellen war gleich, jedoch Stärkemehl-Gehalt und Geschmack der Kartoffeln sehr verschieden und zwar zu Gunsten der frischen Düngung. Das Verhältnis des Stärkeertrages war von

$$2:3:4 = 100:67:64$$

Einen weiteren Beitrag zu dieser Frage liefert E. Wildt**). Die Resultate dieser auf Lehmboden ausgeführten Versuche sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Düngung	Kartoffelertrag pro Hektar kg	Stärke pCt.	Stärkeertrag pro Hektar kg	Verhältnis der Erträge
1. Ungedüngt	15 642	22,10	3460	—
2. Ammoniak-Superphosphat . . .	16 460	21,35	3520	—
3. Amm.-Superph. + schwefels. Kali .	19 840	20,25	4020	—
4. " " + Kainit im Herbst	20 400	20,10	4180	100
5. " " + Kainit im zeitigen Frühjahr	19 680	19,08	3760	90
6. Amm.-Superph. + Kainit 4 Wochen vor der Aussaat	19 600	18,48	3620	87
7. Amm.-Superph. + Kainit kurz vor der Aussaat	20 160	17,40	3500	84

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, daß die Kalidüngung bedeutendere Mehrerträge bewirkte, als eine Düngung, welche dem Boden nur Phosphorsäure und Stickstoff zuführte.

Kainit hatte den gleich günstigen Erfolg, wie das schwefelsaure Kali Im Stärkeertrage dagegen war nur die im Herbst mit Kainit gedüngte Parzelle gleich der mit schwefelsaurem Kali. Die mit später Kainit-Düngung zeigten eine starke Verminderung des Stärkegehaltes.

Für Zuckerrüben ist ein ähnlicher Versuch von Prof. Maercker bereits

*) Mitteil. der Moor-Versuchs-Station in Bremen, — Agrikult.-chem. Centralbl. 1883 S. 366.
**) Landw. Centralblatt f. d. Provinz Posen 1883 S. 82.

auf S. 27 bei Besprechung der Stallmist-Konservierung durch Kalisalze mitgeteilt worden.

Dieselben Resultate, welche in den angeführten Versuchen durch Kainit erzielt werden, sind von Carnallit, Chlorkalium und den Abfall-Düngesalzen zu erwarten.

Diese Kalisalze sind zu Kartoffeln und Zückerrüben nur dann mit Erfolg anzuwenden, wenn dieselben oder der damit konservierte Stalldünger im Herbst aufgebracht und untergepflügt wird.

Bei Zuckerrohr soll nach Champion und Pellet eine Düngung mit Chlorkalium ebenfalls den Zuckergehalt vermindern, obgleich Ed. Riffard aus seinen Untersuchungen den Schluß zieht, daß gegen Ende der Reife das Chlor aus dem Schafte in die Blätter und Spitzen des Rohrs wandert. Vielfach ist man gezwungen das Rohr schon vor der Reife zu schneiden, man wird daher einen an Chlorkalium reichen Saft gewinnen, welcher die Ausbeute an krystallisierbarem Zucker bedeutend vermindert.

Im Nachstehenden folgen die Resultate des Düngungsversuchs bei Zuckerrohr von Ed Riffard*):

Nr.	Düngung Kilogramm pro Hektar	In der Düngung			Ertrag an Rohr pro Hektar	Ertrag an Zucker		
		Kali kg	Phosphorsäure kg	Stickstoff kg	kg	In 100 kg Saft krystallisierbar	In 100 kg Saft unkrystallisierbar	pro Hektar krystallisierbar
1	600 Superph. + 200 Kalisalpeter . . .	90	72	26	66 550	15,18	1,48	8 948
2	300 Superph. + 400 Guano + 130 schwefelsaures Ammoniak.	100	86	36	75 900	14,03	1,56	9 432
3	600 Superph. + 200 Chlorkalium + 130 schwefels. Ammoniak	100	72	26	80 050	13,55	1,69	9 524
4	600 Superph. + 100 Kalisalpeter + 100 Chlorkalium + 65 schwefels. Ammoniak	95	72	26	75 300	14,04	1,38	9 363
5	450 Superph. + 100 Kalisalpeter + 200 Guano + 100 Chlorkalium	101	79	31	83 100	14,84	1,31	10 925
6	450 Superph. + 200 Guano + 200 Chlorkalium + 70 schwefels. Ammoniak . .	106	79	32	80 850	13,53	1,69	7 693
7	480 Superph. + 45 Kalisalpeter + 150 Guano + 135 Chlorkalium + 50 schwefels. Ammoniak	92	76	29	79 650	14,03	1,48	9 900
8	200 Superph. + 500 Guano + 170 Chlorkalium	100	86	45	82 200	14,18	1,31	10 314
9	Stalldünger	—	—	—	64 600	15,69	1,11	8 981

Hiernach waren die künstlichen Düngemittel dem Stallmist bei weitem überlegen. 200 kg Chlorkalium bewirkten eine starke, 100 kg eine geringere Abnahme des gewinnbaren Zuckergehaltes. Dieser Versuch genügt schon, um an Stelle der chlorhaltigen Kalisalze reines schwefelsaures Kali anzuwenden. Leider fehlt hier

*) Revue des industries 1882 No. 56 S. 222. — Agrikult.-chem. Centralblatt 1882, S. 797.

der Vergleich mit schwefelsaurem Kali und liegen zur Zeit über Zuckerrohr-Düngung keine weiteren Versuche vor.

Obgleich den reinen schwefelsauren Salzen in den oben angeführten Fällen der Vorzug zu geben ist, so ist doch nach zahlreichen Düngungsversuchen für gewisse Pflanzen das Kali in Form von Chlorkalium als wirksamer und geeigneter zu betrachten.

Bei Lein und Hanf werden durch Chlorkalium-Düngung neben dem höchsten Ertrage die längsten und feinsten Stengel gewonnen. Die vermehrte Bildung feiner Fasern und verminderte Verholzung derselben ist durch den Einfluß des Chlors bedingt. Kochsalzdüngung übt nach den Versuchen von Prof. Neßler bei Hanf dieselbe günstige Wirkung aus.

Runkelrüben, Klee, Lupinen, Buchweizen gaben bei Chlorkalium-Düngung die höchsten Erträge. Die stark fördernde Wirkung auf den Blattwuchs macht sich bei diesen Gewächsen besonders bemerkbar.

Carnallit, Kainit und die Abfall-Düngesalze enthalten das Kali als Chlorkalium, kommen daher in ihrer direkt düngenden Wirkung dem hochprozentigen Chlorkalium sehr nahe. Sie enthalten aber viel weniger Chlorkalium und neben diesem noch als begleitende Salze: schwefelsaure Magnesia, Chlormagnesium und Chlornatrium (Kochsalz), welche für den Düngewert von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind. Werden diese Salze in den Boden gebracht, so geht in ihrer chemischen Beziehung eine wesentliche Veränderung vor sich: Das Chlorkalium setzt sich mit der schwefelsauren Magnesia um in schwefelsaures Kali und Chlormagnesium. Das letztere wird mit dem Kochsalz durch das Wasser in tiefere Bodenschichten gespült. So werden nach einiger Zeit die Chlorverbindungen aus dem Bereich der Wurzeln fortgeführt und ein auf gewisse Pflanzen nachteiliger Einfluß des Chlors aufgehoben, für welchen Nährstoff alle Pflanzen nur einen verhältnismäßig geringen Bedarf haben.

Die Wirkung der sogenannten rohen Kalisalze im Ackerboden ist eine doppelte, zunächst eine direkt düngende, Kali bereichernde, dann eine indirekt düngende, welche sich auf die Aufschließung der unzersetzten Gesteinsreste erstreckt. Schwefelsaures Kali, Chlorkalium, Chlornatrium und die Magnesiasalze führen einige Bodenbestandteile in leicht lösliche Verbindungen über, wodurch den Pflanzen neue Mengen aufnehmbarer Nährstoffe erschlossen werden. Auf die große Lösungsfähigkeit der Kalisalze für Rohphosphate ist bereits bei Besprechung der phosphorsäure-reichen Düngemittel S. 38 hingewiesen worden.

Der Kieserit wird ebenfalls zu den Kalisalzen gerechnet, obgleich er kein Kali enthält und nur bei der Verarbeitung des Carnallit gewonnen wird. Dieses Salz führt dem Boden keinen der drei wichtigsten Nährstoffe zu, seine Bedeutung liegt daher nur in der indirekt düngenden Wirkung der schwefelsauren Magnesia, welche wie die rohen Kalisalze einen Teil des Nährstoffvorrates im Ackerboden in leicht aufnehmbare Verbindungen überführt. Eine ähnliche Wirkung wird durch das längst bekannte Aufbringen von Gips (schwefelsaurem Kalk) erzielt. Nach Werner ist der Kieserit zur Kleedüngung besser geeignet als der Gips, welcher eine starke Erhöhung des Wasser- und Proteingehalts bewirkt. Ein solches massiges Futter ist den Tieren nicht zuträglich und äußert sich in Verdauungsstörungen, dem bekannten Aufblähen der Rinder. Bei einem vergleichenden

Düngungsversuch mit Kieserit und Gips ernteten Pincus und Röllig*) von Rotklee pro Hektar:

Ungedüngt . . .	14 640 kg frisch	=	4 112 kg trocken,
Gips	18 000 „ „	=	4 632 „ „
Kieserit	19 700 „ „	=	5 654 „ „

Der bedeutende Vorteil der Kieserit-Düngung ist deutlich zu ersehen. Der mit Gips gedüngte Kleeschlag brachte wohl einen höheren Ertrag an frischem Futter, ohne den Heuertrag gegen ungedüngt wesentlich zu steigern. Bei Kieseritdüngung wurde ein wasserärmeres Grünfutter gewonnen, welches einen dreimal höheren Mehrertrag an Kleeheu aufweist, als das vom gegipsten Felde.

Herr Oberamtmann Weßling (Westeregeln) verwendet seit mehreren Jahren Kieserit sowohl zur Ammoniakbindung im Stallmist, als auch in dem oben angeführten Sinne. Der überaus gute humose Lehmboden von Westeregeln hat bei reichlicher Stallmist-Düngung keinen großen Bedarf an Kali. Phosphorsäure hat der Boden mehr erhalten, als die Pflanzen entziehen. Um nun die im Boden liegende Phosphorsäure nutzbar zu machen, erwies sich von verschiedenen Düngemitteln Kieserit als das bestgeeignete. Bei Zuckerrüben neben Superphosphaten und Chilisalpeter wurde der Kieserit ebenfalls mit gutem Erfolge benutzt, und machte sich besonders der hohe Zuckergehalt und überaus günstige Reinheitsquotient bemerkbar.

Zur Düngung der Wiesen und Kleeschläge sind besonders die rohen Kalisalze und der Kieserit geeignet. Die Gräser und Kleearten brauchen große Mengen Kali. Nur die Wiesen, welche überschwemmt oder künstlich bewässert werden, erhalten durch das Wasser eine gewisse Düngung, sodaß derartig begünstigte Flächen Jahr für Jahr reiche Erträge liefern, ohne einer weiteren Zufuhr von Nährstoffen zu bedürfen. Die nicht so von der Natur bevorzugten Wiesen und Kleefelder können jedoch eine Düngung nicht entbehren. Aus wirtschaftlichen Gründen erhalten sie keinen Stalldünger, welcher in erster Linie für das Ackerland bestimmt ist. Hier ist durch Anwendung der rohen Kalisalze der Ertrag auf die billigste Weise zu erhöhen. Auf den an allen mineralischen Nährstoffen armen Moor- und Torfwiesen wird die Wirkung der Kalisalze durch Beidüngung von Rohphosphaten und Kalk wesentlich erhöht, ein gleiches ist bei Klee zu erwarten. Auf saueren und moosigen Wiesen befördern die Kalisalze den Wuchs der besseren (süßen) Gräser und Kleearten, während das Moos und die saueren Gräser verdrängt werden.

Was die einzelnen Bodenarten anlangt, so sind auf schwerem Boden und in guter Kultur befindlichem Acker die konzentrierten Kalisalze (schwefelsaures Kali, schwefelsaure Kali-Magnesia und Chlorkalium) vorzuziehen. Auf leichten Sandboden, Moor- und Heideboden sind die billigen, rohen Kalisalze (Kainit und Karnellit) mit gleich günstigem Erfolge zu benutzen. Nicht allein die indirekt düngende Wirkung der rohen Kalisalze ist von großer Wichtigkeit für leichte Bodenarten, sondern auch die vermehrte Feuchtigkeit eines mit Kainit oder Karnellit gedüngten Feldes ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung für das sichere Gedeihen vieler Pflanzen.

Welche großen Erfolge durch Kali-Düngung auf den letztgenannten kaliarmen

*) Werner, Handbuch des Futterbaues S. 737. Berlin, Paul Parey 1875.

Bodenarten erzielt wurden, bedarf hier keines näheren Beweises und sei nur auf die Thätigkeit der Moor-Versuchsstation in Bremen, die Resultate der Rimpauschen Moor-Dammkulturen und das Wirtschaftssystem von Schultz-Lupitz*) hingewiesen. —

Die geeigneteste Zeit der Kalidüngung ist der Herbst und Winter. Bei den rohen Kalisalzen ist ein möglichst frühes Aufbringen und gleichzeitiges Unterpflügen Bedingung zu ihrer vollen Wirkung. Die konzentrierten Kalisalze können wohl noch im Frühjahr gegeben werden, obgleich auch bei diesen die Herbstdüngung bei weitem vorteilhafter ist.

Ein tiefes Unterbringen ist bei allen Kalisalzen am günstigsten; da der Ackerboden für das Kali eine große Absorptionskraft besitzt, so ist ein Auswaschen in den Untergrund nicht zu befürchten. —

Die Stärke der Kalizufuhr richtet sich nach dem Boden und jeweiligen Wirtschaftsverhältnissen. Wird wenig oder kein Stallmist gegeben, so hat eine stärkere Kalidüngung zu erfolgen.

Im allgemeinen ist pro Hektar als

schwache Düngung . . .	50 — 75 kg Kali,	
mittlere Düngung	100—125 „ „	
starke Düngung	150—200 „ „	zu betrachten.

d) Kalkreiche Düngemittel.

Der Kalk, als Pflanzennährstoff, kommt bei der Düngung selten in betracht, da nur wenige Bodenarten so arm daran sind, daß eine Kalkzufuhr aus diesem Grunde erforderlich ist. Seine Hauptwirkung ist eine bodenbessernde und indirekt düngende.

Als kalkreiche Düngemittel wird er in zwei Verbindungen angewendet:

1. an Kohlensäure gebunden als kohlensaurer Kalk,
2. an Schwefelsäure gebunden als Gips.

1. Der kohlensaure Kalk ist in der Natur viel verbreitet. Der feste Kalkstein ist als solcher zur Düngung nicht geeignet, wohl aber das erdige Vorkommen als Mergel. Mergel ist ein Gemenge von Thon mit mindestens 10 pCt. kohlensaurem Kalk neben wechselnden Mengen von Sand. Je nach dem Vorwiegen eines Bestandteils unterscheidet man Thon-, Sand-, Lehm- und Kalkmergel, letzterer ist der wertvollste und enthält bis 75 pCt. kohlensauren Kalk. Wo Mergel in der Nähe oder auf billige Weise nicht zu beschaffen ist, empfiehlt es sich gebrannten Kalk zu benutzen. Dieser wird mit wenig Wasser gelöscht und als zerfallener Staubkalk ausgestreut. Der Ätzkalk besitzt schon in geringerer Menge (800—1000 kg pro Hektar) angewandt, eine energischere Wirkung als der Mergel. An der Luft und im Boden nimmt er jedoch bald wieder Kohlensäure auf und geht in fein verteilten kohlensauren Kalk über, so daß er sich vom Mergel wenig unterscheidet. Ein Abfallprodukt der landwirtschaftlichen Gewerbe, der Scheideschlamm der Zuckerfabriken ist ein ebenfalls kalkreiches Düngemittel von noch größerer Bedeutung, da er in der Hauptsache aus kohlensaurem Kalk besteht, aber durch einen kleinen Phosphorsäure- und Stickstoffgehalt eine gewisse

---

*) Die Kalidüngung auf leichtem Boden von Schultz-Lupitz. Paul Parey, Berlin.

direkt düngende Wirkung besitzt. Die Wirkung des kohlensauren Kalkes ist einerseits eine rein mechanische durch Lockerung des schweren Thonboden, andererseits eine chemische. Auf sauren Humusböden wird durch den Kalk die überschüssige Humussäure abgestumpft, eine beschleunigte Verwesung der Humusstoffe angeregt, wobei der Kalk einen großen Einfluß auf die Umwandlung der organischen Stickstoffverbindungen in die als Pflanzennährstoff brauchbare Form der Salpetersäure bewirkt. Sogenannter eisenschüssiger Boden ist zu reich an Eisenoxydul, welcher eine den Pflanzen überaus schädliche Eisenverbindung ist Nur eine kräftige Kalkdüngung beschleunigt die schnelle Überführung in Eisenoxyd, eine im Boden nützliche Form. —

2. Der schwefelsaure Kalk, Gips genannt, findet sich an einzelnen Orten in mächtigen Ablagerungen. Der losgesprengte Gips wird einesteils als solcher für Düngezwecke gemahlen oder vorher gebrannt, wobei er sein Krystallwasser verliert. Der gebrannte Gips läßt sich leichter mahlen und besitzt eine größere Löslichkeit als der rohe Gips. — Bei der Verarbeitung der Rohphosphate auf Doppel-Superphosphat wird ein fein verteilter Gips als Nebenprodukt gewonnen. Dieser Phosphatgips enthält außerdem noch 3—7 pCt. Phosphorsäure, welche den Düngewert nicht unbedeutend erhöht. — Die oben angeführten chemischen Wirkungen des kohlensauren Kalkes besitzt der Gips nicht. Mit diesem gemeinsam besitzt er nur die indirekt düngende Wirkung, welche sich auf die Lösung unzersetzter Silikate erstreckt. —

Sieht man von dem auf einzelnen Bodenarten erforderlichen Kalk als Pflanzennährstoff ab, welcher in geringem Sandboden und dem an Mineralstoffen armen Moorboden in unausreichender Menge vorhanden ist, so beruht das eigentliche Wesen der Kalkdüngung in einer Verbesserung der Bodenbeschaffenheit, ohne Rücksicht auf die anzubauenden Pflanzen. Es ist eine bekannte Thatsache, daß der Kalk als Bodenbestandteil ein wichtiger Faktor für die Fruchtbarkeit der Felder ist und ein sicheres Gedeihen der meisten Gewächse bewirkt. Besonders günstig erweist sich die Kalkdüngung als Gips auf fruchtbaren, humosen Lehmboden bei tiefwurzelnden Gewächsen (Klee), indem ein Teil der in der Oberkrume festgehaltenen Nährstoffe gelöst und in die tieferen Bodenschichten geführt werden Eine derartige Wirkung ist aber nur solange von Vorteil, wie der im Boden schlummernde Nährstoffvorrat ausreicht; ist dieser aber erschöpft, so macht sich der Mangel an einer Zufuhr von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff geltend Ein dauernder Erfolg der Kalkdüngung ist nur denkbar neben einer reichlichen Zufuhr der drei wichtigsten Nährstoffe, durch Stallmist oder künstlichen Dünger Das eben Gesagte spricht deutlich aus dem alten Erfahrungssatz: „Der Mergel macht wohl reiche Väter, aber arme Söhne." In richtiger Weise mit anderen Düngemitteln angewendet, ist die Kalkdüngung von weitgehender Bedeutung für den Pflanzenbau. Durch andauernde Kultur werden selbst einem verhältnismäßig kalkreichen Boden alljährlich sowohl durch die Ernten der Pflanzen, als auch vom Wasser durch Auflösung der Kalkverbindungen so bedeutende Mengen Kalk in den Untergrund gespült und gänzlich fortgeführt, daß früher oder später eine Kalkdüngung erforderlich wird.

Außer den angeführten kalkreichen Düngemitteln werden verschiedene Erd-

arten: Teichschlamm, Seeschlick, sogar reiner Sand verwendet. Diese in großer Menge aufgebrachten Materialien sind als Bodenbestandteile anzusehen, welche einzelnen Bodenarten fehlen und zur Verbesserung der ungünstigen Eigenschaften notwendig sind. Durch ihren mehr oder weniger hohen Nährstoffgehalt besitzen sie zwar einen geringen Düngewert, sind aber nicht mehr als eigentliche Düngemittel anzusehen. Eine größere Menge Sand bewirkt auf Moorboden eine so wesentliche Veränderung des ursprünglichen Bodens, daß dadurch ein für alle Pflanzen brauchbarer Boden gewissermaßen erst geschaffen wird.

Ebenso besitzt die Bewässerung und Überschwemmung eine bedeutende Düngerwirkung, die sich jedoch nur auf passend gelegene Ländereien erstreckt. Hierbei kommt auch die Wasserfrage in betracht, für heiße Gegenden mit Wassermangel ist die Beschaffung einer ausreichenden Wassermenge für das Gedeihen einiger Pflanzen unbedingt erforderlich

Alle diese wichtigen Bodenveränderungen greifen zu weit in das Gebiet der Bodenkunde, sodaß diese Fragen hier keine nähere Berücksichtigung finden können.

Schlußfolgerungen aus den vorstehenden Kapiteln nebst praktischer Anleitung für die rationelle Anwendung der verschiedenen Düngemittel.

Im ersten Teile der vorstehenden Arbeit sind alle die Stoffe behandelt, welche zur Ernährung der Pflanzen unentbehrlich sind.

Im zweiten Teil wurden aus der größeren Anzahl von Pflanzennährstoffen diejenigen hervorgehoben, welche im Ackerboden in geringster Menge vorhanden und in der Düngung dem Boden zu ersetzen sind. Die drei wichtigsten Pflanzennährstoffe sind hiernach Kali, Phosphorsäure und Stickstoff, weniger wichtig und in zweiter Linie zu berücksichtigen ist der Kalk.

Über das Nährstoffbedürfnis der wichtigsten Kulturpflanzen geben die praktischen Düngetafeln näheren Aufschluß.

Im dritten Teil wurden die Düngemittel in ihrer Gewinnung, Zusammensetzung und Wirkung besprochen. Der Nährstoffgehalt derselben ist ebenfalls in den Düngetafeln übersichtlich zusammengestellt.

Die in den Düngetafeln aufgeführten Zahlen geben die zu einem vollständigen Ersatz erforderliche Nährstoffmenge an. Man ersieht daraus das Nährstoffbedürfnis der einzelnen Pflanzen, aber noch nicht das Düngungsbedürfnis des Ackerbodens Die überaus wechselnde Beschaffenheit, Bearbeitung und Fruchtfolge des Bodens besitzen einen großen Einfluß auf die Menge der zu wählenden Düngemittel. Hier ist es Sache des praktischen Landwirts, an der Hand des in der Düngetafel aufgestellten Nährstoffbedürfnisses für den vorhandenen Boden das Düngungsbedürfnis festzustellen, und hiernach mit Rücksicht auf die zu bau-

enden Gewächse die erforderliche Menge der geeignetesten Düngemittel auszuwählen. Feststehende Regeln lassen sich hierüber nicht aufstellen. Es sind in jeder Wirtschaft andere Verhältnisse zu berücksichtigen, sodaß eine schablonenmäßige Anwendung derselben Düngermenge unter den verschiedenartigen Boden- und Wirtschaftsverhältnissen unmöglich ist. Es können daher hier nur einige allgemeine Vorschriften über die rationelle Anwendung der Düngemittel gegeben werden.

Wie schon bei der Einteilung der Düngemittel zwei Gruppen unterschieden wurden, so ist diesen entsprechend auch die Düngerwirtschaft zu trennen.

Es ist erforderlich:

A. die Wirtschaften, welche bei starkem Anbau von Futterpflanzen und ausgedehnter Viehhaltung große Mengen Stallmist erzeugen, von denen zu trennen, welche

B. wegen Mangel an Stalldünger vorwiegend oder allein auf die Verwendung von künstlichen Düngemitteln angewiesen sind.

A. Stallmistwirtschaft.

Hier nimmt der Stalldünger die erste Stelle unter den Düngemitteln ein. Man betrachtet ihn mit Recht als den Hauptdünger, er ist ein absolutes Düngemittel, welches dem Boden nicht nur eine große Menge Pflanzennährstoffe zuführt, sondern auch die physikalische Beschaffenheit der Ackererde wesentlich verbessert. Dennoch ist der Stallmist kein vollständiges Düngemittel. Es wird kaum eine Wirtschaft im stande sein, soviel Stallmist zu erzeugen, um dem Boden damit alle entzogenen Pflanzennährstoffe vollständig zu ersetzen. Stellt man dem Nährstoffbedürfnis der Pflanzen den im Stalldünger geleisteten Ersatz gegenüber, so bleibt ein bedeutendes Nährstoffdefizit, welches auf die Dauer nicht vernachlässigt werden kann.

Ein Beispiel aus der Praxis beweist das Gesagte:

„In einer dreijährigen Fruchtfolge sollen Zuckerrüben, Winterweizen und Gerste gebaut, für alle 3 Gewächse eine mittlere Stallmistdüngung von 30 000 kg pro Hektar gegeben werden!"

Durch 30 000 kg mäßig verrotteten Stallmist erhält der Boden nach den Wolffschen Mittelzahlen der Düngetafel

189,0 kg Kali, 78,0 kg Phosphorsäure, 150,0 kg Stickstoff.

Der Nährstoffbedarf der drei gewählten Gewächse stellt sich nach den in der Düngetafel aufgeführten Berechnungen pro Hektar wie folgt.

1. Bei einer Mittelernte.

	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
Zuckerrüben	160,2 kg	35,2 kg	77,0 kg
Winterweizen . . .	44,6 „	34,4 „	84,8 „
Gerste	48,6 „	26,7 „	59,2 „
Gesamtbedarf .	253,4 kg	96,3 kg	221,0 kg.
Ersatz durch 30 000 kg Stallmist	189,0 „	78,0 „	150,0 „
Defizit	64,4 kg	18,3 kg	71,0 kg.

2. Bei einer hohen Ernte:

Zuckerrüben	224,8 kg	49,6 kg	107,0 kg.
Winterweizen . . .	65,7 „	50,5 „	124,6 „
Gerste	70,6 „	39,9 „	88,2 „
Gesamtbedarf .	361,1 kg	140,0 kg	319,8 kg.
Ersatz durch 30 000 kg Stallmist	189,0 „	78,0 „	150,0 „
Defizit	172,1 kg	62,0 kg	169,8 kg.

Aus vorstehender Berechnung ergiebt sich nun, daß eine Stallmistdüngung von 30 000 kg pro Hektar nicht ausreicht um selbst den Bedarf einer Mittelernte auf drei Jahre zu decken.

Wird dieselbe Menge auf 2 Jahre gegeben werden, so beträgt der dadurch geschaffene Ersatz

283,5 kg Kali, 117,0 kg Phosphorsäure, 225,0 kg Stickstoff.

Hierdurch würde der obige Bedarf einer Mittelernte vollständig, der einer hohen Ernte noch nicht gedeckt sein.

Nur wenige Wirtschaften sind in der Lage, so große Stallmistmengen sämtlichen Feldern geben zu können, der größte Teil wird im Durchschnitt aller Felder kaum das im obigen Beispiel angegebene Maß, pro Hektar 30 000 kg für eine 3jährige oder 20 000 kg für eine 2jährige Periode erreichen.

Soll der Boden dauernd reiche Ernten bringen, so muß das Nährstoff-Defizit des Stalldüngers durch künstliche Düngemittel gedeckt werden. „Die künstlichen Düngemittel sollen hier den Stallmist keineswegs ersetzen, vielmehr ergänzen." Sie dienen neben dem Stallmist als Hilfsdünger, welcher zur Steigerung der Erträge unentbehrlich ist. In der frischen Stallmist-Düngung gedeiht die erste Frucht recht gut, im zweiten und dritten Jahre macht sich jedoch der eingetretene Mangel an Nährstoffen im Sinken der Erträge geltend

In welcher Weise neben der Stallmist-Düngung die einzelnen Nährstoffe zu berücksichtigen sind, bedarf noch einiger Erläuterungen.

a) Der Stickstoff beansprucht aus mehreren Gründen keinen vollständigen Ersatz:

1. Besitzen einzelne humusreiche Bodenarten (Moorboden, Schwarzerde) einen großen Vorrat an organischen Stickstoffverbindungen, welche durch fortschreitende Zersetzung in brauchbare Pflanzennahrung, Ammoniak und Salpetersäure, übergeführt werden. Einen beschleunigenden Einfluß auf diesen Zersetzungsprozeß besitzt der Kalk, und ist bereits der hieraus ersichtliche Vorteil bei der Kalkdüngung erwähnt worden.
2. Gelangen durch Regen und Tau alljährlich nicht unbedeutende Mengen aufnehmbaren Stickstoffs in den Boden.
3. Besitzt man im Anbau der sogenannten Stickstoffsammler (Lupinen, Erbsen, Klee u. a.) ein anerkanntes Mittel, den Stickstoff im Boden zu vermehren. Diese Pflanzen besitzen die Fähigkeit, einerseits die geringsten Mengen aufnehmbaren Stickstoffs selbst aus den tieferen Bodenschichten nutzbar zu machen, andererseits sind sie an der Umwandlung des freien

Stickstoffs der Luft in Ammoniak und Salpetersäure beteiligt. Welche Rolle hierbei die Ackererde übernimmt und in welcher Weise dieser Prozeß vor sich geht, läßt sich aus den bisherigen Forschungen noch nicht mit Bestimmtheit ersehen. Es ist jedoch eine in der Praxis bekannte und feststehende Thatsache, daß z. B. die Lupine auf ganz stickstoffarmem Sandboden gut gedeiht und für das nachfolgende Gewächs eine gute Vorfrucht ist. Die Ernten der Hülsenfrüchte und Kleearten entziehen dem Boden ohne besondere Stickstoffzufuhr größere Mengen von diesem Nährstoff als manche andere Pflanze, außerdem hinterlassen sie den Boden in so gutem Zustande, daß zur Nachfrucht in den seltensten Fällen eine Stickstoff-Düngung notwendig wird. Es gilt dies jedoch nur für diesen einen Nährstoff, welcher zu einem Teil der Luft entnommen wurde, bei Kali und Phosphorsäure ist eine derartige Bereicherung des Bodens nicht möglich, und ist für diese beiden Nährstoffe der Ersatz nur durch die Düngung zu schaffen.

4. Ist die Erhaltung und Vermehrung des Stickstoffs im Stalldünger durch rationelle Behandlung von großer Wichtigkeit. Wie bereits im 3. Teile ausführlich gesagt wurde, ist es gerade der Stickstoff, welcher beim Lagern des Stallmistes in bedeutendem Maße verloren geht. Den teuersten der käuflichen Nährstoffe können wir der Wirtschaft durch Überstreuen des Stallmistes mit rohen Kalisalzen vollständig und mit geringen Kosten erhalten.

Aus den angeführten Gründen ist in der Stallmistwirtschaft eine bedeutende Ersparung des Stickstoffs möglich, sodaß für diesen Nährstoff durch alleinige Verwendung von Stallmist ein beinahe ausreichender Ersatz geschaffen wird.

Schultz-Lupitz*) hat diesen großartigen Erfolg auch thatsächlich praktisch bewiesen. Schultz-Lupitz bindet zuerst den Stickstoff im Stalldünger durch Kainit und Carnallit, sorgt aber weiter auf dem Felde durch reichliche Kalkdüngung für eine schnelle Überführung in Salpetersäure. Die Felder in Lupitz erhalten daher ihren Stickstoff-Bedarf nur durch rationelle Verwendung des Stalldüngers in Verbindung mit einem ausgedehnten Anbau von Stickstoffsammlern. Darnach erhält der arme Sandboden neben dem Stalldünger nur noch Kali und Phosphorsäure; für den vollen Ersatz dieser beiden wird dort reichlich gesorgt.

Für alle Fälle ist jedoch die Verwendung von künstlichem Stickstoff-Dünger neben Stallmist nicht zu entbehren. Je nach den Bodenverhältnissen und der verwendeten Stallmistmenge ist eine Gabe von 30—80 kg Stickstoff in Form von Chilisalpeter oder schwefelsaurem Ammoniak im zweiten und dritten Jahre der Stallmistdüngung von großem Vorteil. Auf besonders guten Bodenarten, welche hohe Ernten bringen sollen, ist die angeführte Menge unbedingt erforderlich.

b) Die Phosphorsäure ist in den meisten Bodenarten in der geringsten Menge vorhanden, außerdem ist dieser Nährstoff an der Ausfuhr von Wirtschaftsprodukten (Getreide, Vieh, Milch ꝛc.) am stärksten beteiligt. Der Stalldünger ist nicht imstande, die entzogene Phosphorsäure dem Boden vollständig zu ersetzen.

---

*) Über die Behandlung des Stickstoffes in der Landwirtschaft, Vortrag von Schultz-Lupitz, gehalten im Klub der Landwirte zu Berlin, 1887.

Neben dem Stallmist müssen zur Deckung des vorhandenen Defizits entsprechende Mengen Phosphate oder Superphosphate verwendet werden. Ein voller Ersatz dieses Nährstoffes ist unbedingt erforderlich.

c) Das Kali ist der von allen Pflanzen in größter Menge beanspruchte Nährstoff und ist durch Stallmist auch der Bedarf dieses Nährstoffes nicht vollständig zu decken.

Der überaus kaliarme Moor- und Sandboden zeigt sich besonders dankbar gegen eine Kalidüngung. Das durch den Stallmist hinterlassene Defizit an Kali muß daher auf diesen Bodenarten vollständig durch geeignete Kalisalze gedeckt werden. Andere Bodenarten, besonders die in guter Kultur befindlichen Thon- und Lehmböden besitzen einen größeren Kalivorrat, sodaß dort von einem vollen Ersatz neben Stalldünger abzusehen ist. Das Kali ist jedoch zum größten Teil in einer schwer aufnehmbaren Form im Boden vorhanden, sodaß eine Düngung von 50—100 kg Kali als leicht lösliches Kalisalz im zweiten oder dritten Jahre nach der Stallmist-Düngung durch bedeutende Mehrerträge die Düngerkosten reichlich deckt.

Die Bedeutung der neben Stallmist-Düngung erforderlichen Nährstoffe ist daher sehr verschieden. Phosphorsäure und nach dieser das Kali sind zu einem vollen Ersatz unentbehrlich, während der Stickstoff erst in zweiter Linie zu berücksichtigen ist.

B. Düngerwirtschaft ohne Stallmist.

Sobald die jährliche Stallmistproduktion soweit sinkt, daß die sämtlichen Felder weniger als 20000 kg pro Hektar und 3 Jahr erhalten, verliert auch der Stallmist als Hauptdünger an Bedeutung. Sollen aber die Erträge auf einer solchen Höhe erhalten bleiben, welche die Landwirtschaft zu einem lohnenden Gewerbe machen, so ist auch ein vermehrter Ankauf von Düngemitteln erforderlich. Aus mehrfachen Gründen sind die konzentrierten oder kurzweg künstlichen Düngemittel allen übrigen vorzuziehen. Der Schwerpunkt des Nährstoffersatzes liegt nun in der Anwendung von ausreichenden Mengen künstlichen Düngers, da der durch den Stallmist geschaffene Ersatz viel zu gering ist. Derartige Verhältnisse nähern sich in ihrer Form den Wirtschaften, welche kein Vieh halten und auf die Verwendung von Stallmist gänzlich verzichten.

Durch langjährige Versuche und Erfahrungen ist bereits bewiesen, daß unter gewissen Bodenverhältnissen, bei sorgfältiger Bodenbearbeitung, Tiefkultur und geeigneter Fruchtfolge durch alleinige Anwendung von künstlichem Dünger dauernd günstige Erfolge erreicht werden. Die den künstlichen Düngemitteln fehlende physikalische Wirkung des Stallmistes ist auf einzelnen Bodenarten (humusreichen Moorboden und mildem Sandboden) zu entbehren, der Nährstoffersatz, die chemische Wirkung ist hier von größerer Wichtigkeit.

Die Vorteile der Anwendung vorwiegend künstlicher Düngemittel sind folgende:

1. Der künstliche Dünger enthält den jeweiligen Nährstoff in einer für die Pflanze sofort brauchbaren Form,
2. Der künstliche Dünger enthält die Nährstoffmenge in einem kleinen Raum und Gewicht, so daß der Transport erheblich billiger und die Verteilung auf dem Felde gleichmäßiger wird.

Aus diesen Gründen hat die Anwendung des künstlichen Düngers zur Düngung weit entlegener Felder, schwer zugänglicher Höhen und für die Plantagenwirtschaften der wärmeren Gegenden seine volle Berechtigung und bietet wirklichen Ersatz für den fehlenden Stalldünger. Bei einigen Gewächsen (z. B. Tabak) ist der Stallmist unbedingt zu vermeiden und müssen künstliche Düngemittel an dessen Stelle treten.

Die Anwendung der künstlichen Düngemittel ist nur dann eine rationelle, wenn für den vollen Ersatz jedes einzelnen der drei wichtigen Nährstoffe in gleicher Weise gesorgt wird. Ist auch nur einer derselben in ungenügender Menge vorhanden, so ist der Erfolg hiervon allein abhängig. Der Ernteertrag wird nicht über das dieser Nährstoffmenge ansprechende Maß hinausgehen, selbst wenn auch die beiden anderen in ausreichender Menge vorhanden sind. Es sei vor allen Dingen hier vor der einseitigen Anwendung der künstlichen Düngemittel dringend gewarnt, welche den Boden nur einen oder zwei Nährstoffe in genügender Menge zuführen. Als Beispiel eines derartigen Fehlers mag die ausschließliche Düngung mit Peruguano angeführt werden. Aus der in der Düngetafel aufgeführten Zusammensetzung des Peruguanos geht hervor, daß der Kaligehalt dem Phosphorsäure- und Stickstoffgehalt gegenüber viel zu niedrig ist. Eine mittlere Düngung von 600 kg pro Hektar ersetzt den Boden:

19,8 kg Kali, 84,0 kg Phosphorsäure und 42,0 kg Stickstoff.

Die Phosphorsäure würde wohl für den jährlichen Bedarf ausreichen, der Stickstoff jedoch nur für gewisse Gewächse. Die Kalimenge ist aber für alle Fälle viel zu gering, um den Bedarf selbst des besten Bodens auf die Dauer zu decken

Soll daher der Peruguano mit Erfolg verwendet werden, so kann dies nur geschehen, wenn das fehlende Kali durch Zusatz eines Kalisalzes Deckung findet. Je nach den Bodenverhältnissen würden dementsprechend neben den oben angeführten 600 kg Peruguano noch 80—150 kg Kali pro Hektar erforderlich sein. —

Die richtige Auswahl und rationelle Anwendung des künstlichen Düngers, für sich allein oder in Verbindung mit Stalldünger ist für den Erfolg ausschlaggebend. Ein Düngemittel, welches auf einem Felde von guter Wirkung war, kann bei anderen Bodenverhältnissen und einzelnen Pflanzen so schädlich wirken, daß an Stelle der erwarteten Steigerung eine Verminderung des Ertrages eintritt. Für alle Verhältnisse brauchbare Rezepte lassen sich überhaupt nicht aufstellen. Ebenso leisten die nach einem solchen aufgestellten Düngergemische der rationellen Düngerlehre Vorschub. Solche Düngergemische sind für gewisse Pflanzen berechnet und unterscheidet man Tabak-, Mais-, Baumwoll-, Rübendünger 2c. 2c. In den meisten Fällen enthalten diese Gemische nur zwei Nährstoffe, entweder Phosphorsäure, Kali- oder Phosphorsäure-Stickstoff. In den seltensten Fällen sind alle drei Nährstoffe berücksichtigt, die Menge derselben kann unmöglich allen Wirtschaftsverhältnissen angepaßt sein. Es ist oft ein Nährstoff bei einem gewissen Düngungszustand des Bodens entbehrlich, wird dieser im Düngergemisch dennoch gegeben, so gilt es als eine Verschwendung von Nährstoffen, welche zur Zeit keinen Nutzen bringt. Ganz abgesehen davon, daß derartige Düngermischungen die chemische Kontrolle erschweren, können sie leicht zu Täuschungen Anlaß geben. In Deutschland verschwinden sie nach und nach aus dem Handel, und gewöhnt man sich immer mehr auf dem allein richtigen Wege

fortzuschreiten; „jeden Nährstoff in einem besonderen Düngemittel zu kaufen, die dem jeweiligen Düngungsbedürfnis des Bodens entsprechende Nährstoffmenge festzustellen und die hiernach erforderliche Menge Kali-, Phosphorsäure- und Stickstoff-reicher Düngemittel auf der Wirtschaft selbst zu mischen".

Dieser Weg bietet dann die weitere Möglichkeit, an der Hand von praktischen Felddüngungsversuchen den größeren oder geringeren Nutzen eines Nährstoffs in verschiedenen Düngemitteln festzustellen. Jeder Landwirt kann mit Leichtigkeit derartige Versuche ausführen, dadurch lernt er unter Berücksichtigung der vorhandenen Wirtschaftsverhältnisse das Düngungsbedürfnis seiner Felder kennen.

Der Lehre von dem vollen Nährstofferſatz und von der rationellen Anwendung der Düngemittel in weiteren Kreisen Eingang zu verschaffen, war der maßgebende und leitende Grundgedanke bei Zusammenstellung der Düngetafeln und dieses Textes auf Basis der Errungenschaften der Gegenwart. Ist bereits ein wesentlicher Fortschritt auf diesem Gebiete zu erkennen, so kann erwartet werden, daß in noch umfassenderer und allgemeinerer Weise der Düngung diejenige Beachtung geschenkt wird, welche sie als wesentlicher Faktor des landwirtschaftlichen Gewerbes verdient.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Schönebergerstr. 17a.